

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Liberec 2013**

**Bc. Kateřina Lacková**

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

## FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: N3108 Průmyslový management  
Studijní obor: 3106T014 Produktový management - Textil

## FIBRILACE LYOCELOVÝCH VLÁKEN

## FIBRILLATION OF LYOCELL FIBERS

Bc. Kateřina Lacková

KHT-171

**Vedoucí diplomové práce:** Ing. Jana Čandová

**Rozsah práce:**

Počet stran textu ...65

Počet obrázků .....61

Počet tabulek .....7

Počet stran příloh..17

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Kateřina Lacková**  
Osobní číslo: **T10000117**  
Studijní program: **N3108 Průmyslový management**  
Studijní obor: **Produktový management - Textil**  
Název tématu: **Fibrilace lyocelových vláken**  
Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- 1) Vypracujte řešení k danému tématu.
- 2) Připravte škálu vzorků lyocelových vláken s různou mírou fibrilace, k přípravě vzorků použijte ultrazvuk a chemickou předprvu.
- 3) Na připravených vzorcích stanovte míru fibrilace vláken pomocí elektronové mikroskopie.
- 4) Otestujte vlastnosti fibrilovaných lyocelových vláken - např. barvitelnost, prodyšnost, pevnost.
- 5) Diskutujte použitelnost připravených vzorků.

#### Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

## PODĚKOVÁNÍ

Milou povinností je poděkování své vedoucí diplomové práce Ing. Janě Čandové a konzultantovi Doc.Ing.Jakubu Wienerovi, Ph.D. za cenné rady, odbornou pomoc a trpělivost při realizaci této práce.

Z hlediska rozsahu zpracování byly nezbytné konzultace u řady pedagogů a odborníků. Touto cestou bych chtěla poděkovat prof. Ing. Luboši Hesovi, DrSc., Ing. Janě Grabmüllerové, Ing. Miroslavě Maršákové, Ph.D. a Ing. Martině Vikové, PhD. při uskutečnění experimentální části.

V neposlední řadě patří i poděkování mé rodině, příteli a blízkým, kteří mě po celou dobu studia podporovali.

## **ANOTACE**

Diplomová práce je zaměřena na vliv ultrazvukového vlnění na strukturu lyocelových vláken. Cílem této práce je nalezení metody pro podporu fibrilace neboli nejvyššího stupně roztřepení vláken. Teoretická část obsahuje popis lyocelového vlákna z pohledu morfologie, výroby a specifických vlastností. Dále se zabývá použitím ultrazvukového homogenizátoru a jeho účinkem zvaným kavitace. Popsány jsou také chemikálie podporující předúpravu a proces barvení vláken z regenerované celulózy. V praktické části jsou realizovány experimentální metody u poskytnutých vzorků. Ty jsou následně ovlivněny s různou délkou bobtnání v chemické lázni a ultrazvukovým vlněním. U upravené škály tkanin byla měřena míra fibrilace pomocí elektronové mikroskopie a zkoumána změna fyziologických a mechanických vlastností.

### **KLÍČOVÁ SLOVA:**

lyocel, ultrazvuk, kavitace, fibrilace, tepelný komfort, barevná odchylka, pevnost

## **ANNOTATION**

Diploma thesis is focused on ultrasonic vibration influence to the structure of lyocell fibre. The aim is to find a methodology for the fibrillation support, which means to find the highest degree of fibre ravelling.

The theoretical part deals with the lyocell fibre description according to its morphology, production and specific properties. Furthermore, it occupies with an ultrasonic homogeniser use and its effect called cavitation. Chemicals supporting the pre-treatment and the regenerated cellulose fibre colouring are described as well.

The practical part realizes experimental methods of the primary samples. These are subsequently influenced by a chemical bath (with various swelling time) and ultrasonic impact. The fibrillation value of the adjusted fibre range was determined by the electron scanning microscopy and the change of the physiological and mechanical properties was studied.

### **KEY WORDS:**

lyocell, ultrasound, cavitation, fibrillation, thermal comfort, color different, strength

## Obsah

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	8
ÚVOD.....	9
TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1. LYOCELOVÉ VLÁKNO .....	10
1.1. Morfologie vlákna.....	10
1.2. Proces výroby .....	11
1.3. Ekologie .....	13
1.4. Vlastnosti lyocelových vláken .....	14
1.5. Fibrilace .....	14
1.6. Použití .....	15
2. UTRAZVUKOVÝ HOMOGENIZÁTOR .....	16
2.1. Ultrazvukové vlny.....	17
2.2. Způsob šíření.....	19
2.3. Kavitace .....	20
2.3.1. Tvorba kavitace .....	20
2.3.2. Formy kavitace .....	21
2.3.3. Parametry ovlivňující kavitaci bubliny a zhroucení .....	22
2.3.4. Výskyt kavitace .....	23
3. PŘÍSTROJE PRO PROVEDENÍ EXPERIMENTU .....	24
3.1 Alambeta.....	24
3.2 Permetest.....	25
3.3 Ultrazvuk Sonopuls Bandelin .....	27
3.4 Rastrovací elektronový mikroskop .....	28
3.5 Spektrofotometr Datacolor.....	29
3.6 Dynamometr Tiratest 2300 .....	29
4. CHEMIKÁLIE PRO PŘEDÚPRAVU .....	30
4.1. Destilovaná voda.....	30
4.2. Isopropylalkohol .....	30
4.3. Kyselina octová.....	31
4.4. Hydrogenuhličitan sodný .....	32
4.5. Ethanol .....	33
4.6. Hydroxid sodný.....	33
5. BARVENÍ VLÁKEN Z REGENEROVANÉ CELULÓZY .....	35
5.1. Barvení celulóзовých vláken.....	35
5.2. Přímá substantivní barviva.....	35

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	37
6. PŘÍPRAVA VZORKŮ PRO MĚŘENÍ.....	38
6.1. Charakteristika materiálu .....	38
6.2. Chemická předúprava .....	38
6.3. Úprava ultrazvukem.....	39
7. PROVEDENÉ ZKOUŠKY .....	41
7.1. Hodnocení výskytu fibrilace .....	41
7.2. Hodnocení tepelného komfortu .....	50
7.2.1. Tepelná jímavost .....	50
7.2.2. Měrná tepelná vodivost .....	53
7.3. Hodnocení termofyziologického komfortu.....	55
7.3.1. Relativní paropropustnost.....	56
7.3.2. Výparný odpor.....	58
7.4. Hodnocení barevné odchylky .....	61
7.5. Hodnocení pevnosti .....	64
8. DISKUZE VÝSLEDKŮ .....	69
9. ZÁVĚR.....	72
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	74
SEZNAM PŘÍLOH .....	76



## SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

T	Perioda [T]
f	Frekvence [Hz]
p	Akustický tlak [Pa]
P	Akustický výkon [W]
$\lambda$	Vlnová délka [m]
L	Akustická intenzita [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ]
c	Rychlost šíření světla [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]
r	Tepelný odpor [ $\Omega$ ]
$\lambda$	Měrná tepelná vodivost [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ]
q	Tepelný tok [ $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$ ]
b	Tepelná jímavost [ $\text{W} \cdot \text{s}^{-1/2} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ]
h	Tloušťka materiálu [m]
p	Ustálený tepelný tok [ $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$ ]
a	Měrná teplotní vodivost [ $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ]
p	Měřena relativní propustnost textilií pro vodní páry [%]
Pm	Nasycený parciální tlak vodní páry [Pa]
Pa	Parciální tlak vodní páry [Pa]
F	Síla [N]
bmp	Obraz tvořený bitovou mapou
$l_0$	Délka čelistí
n	Počet měření
NMMO	N metylmorfolin N oxidu
H <sub>2</sub> O	Destilovaná voda
CH <sub>3</sub> COOH	Kyselina octová
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	Isopropanol
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	Ethanol
NaOH	Hydroxid sodný
NaHCO <sub>3</sub>	Hydrogenuhličitan sodný
NaCl	Chlorid sodný

## ÚVOD

Během posledních let ve světě vzrostl zájem o environmentální myšlení a šetrnější přístup k ekologii. Proto i v textilním průmyslu, kde jsou velké výskyty znečištění, se stále vyvíjí nové metody. Jednou z nich je produkce lyocelového vlákna, která při výrobě nemá takový dopad na životní prostředí. Poměrně mladé vlákno se poprvé vyskytlo na trhu v 90. letech pod názvem Tencel a dnes je známé již po celém světě. Hlavní přednosti, které ho proslavily, jsou vynikající vlastnosti, šetrná výroba a biodegradabilita, která bude mít významný vliv pro nastávající vývoj v oblasti vláken

Cílem předložené práce bude zjištění, zda nežádoucí vlastnost lyocelových vláken, která je založena na fibrilaci neboli třepení vláken, lze podpořit a využít v jejich prospěch. Výzkum se zakládá v provedení tří druhů úprav a následnému měření změn vlastností. Především půjde o chemickou předúpravu, časovou délku bobtnání a působení ultrazvukového homogenizátoru. Chemická předúprava se bude zakládat na rozmanitých typech lázní, jejichž obsah bude zvolen od destilované vody až po složitější alkoholy, zásady a kyseliny. Následujícím pozorovaným jevem bude také určení doby 10 minut nebo 24 hodin bobtnání materiálu ve zvolené předúpravě. Třetím vlivem bude modifikace povrchu tkaniny ultrazvukovým homogenizátorem v odlišných délkách působení 1, 3, 5, 7 a 10 min.

Změny ve struktuře povrchu vláken vlivem úprav, by měly být prokázány pozorováním pod elektronovým mikroskopem. Pro stanovení míry fibrilace bude vytvořena subjektivní škála hodnotící četnost a velikost výskytu. Následně budou měřeny tepelná jímavost, měrná tepelná vodivost, relativní paropropustnost, výparný odpor, barevná odchylka a pevnost. Zjištěné hodnoty budou porovnávány u upravených i neupravených tkanin. Širokým rozsahem měřených vlastností by měl být posouzen vliv experimentů na použitelnost materiálu.

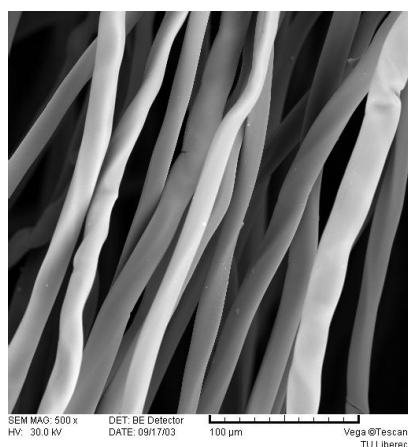
# TEORETICKÁ ČÁST

## 1. LYOCELOVÉ VLÁKNO

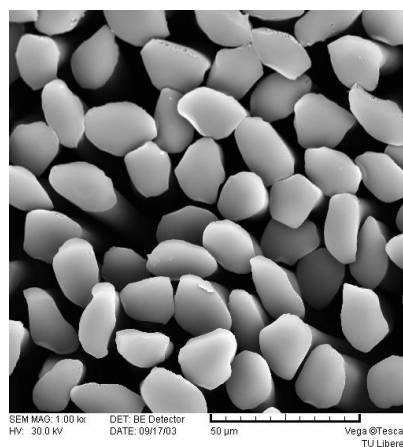
Lyocel je mnohdy označován za vlákno moderní doby, neboť představuje mezník ve výroбах zaměřujících se na ekologicky šetrnější způsob. Materiál kombinuje výborné vlastnosti přírodních vláken a zároveň snadnou údržbu.

### 1.1. Morfologie vlákna

V podélném řezu se vlákno jeví jako nepravidelná tyčinka. V příčném řezu má oválný, až kruhový tvar. Orientace krystalitů a orientace amorfní části je vyšší, než u běžné viskózy. Proto i její krystalinita dosahuje vyššího stupně 42%, nežli u viskózy 27%. Porozita vláken se pohybuje od 5-10 $\mu$ m. [2]



Obr. 1. Podélný řez lyocelového vlákna



Obr. 2. Příčný řez lyocelového vlákna[2]

## 1.2. Proces výroby

### 1. Surovina

Hlavním zdrojem pro výrobu Lyocelu je celulóza obsazená v buničině listnatých stromů. Tyto stromy se pěstují na speciálních farmách, které se účelově zaměřují na toto hospodářské využití. U výběru velice záleží na vlastnostech buničiny (barva, přírodní nedokonalosti) proto nejčastěji využívané jsou dub, buk, (bříza).

Rozpouštědlo:

Ve výrobním postupu je využíván NMMO (N metylmorfolin N oxidu) další důležitou složkou je voda. Při dokončovacím procesu se můžeme setkat s mazivou, mýdlem, silikonem, a barvami pro správné obarvení.

### 2. Příprava celulózy

Surový materiál vychází vždy z jednoho druhu stromu pěstovaného přímo pro výrobu lyocelu. Stromy se přivezou stromy do zpracovatelského závodu na semletí. Zde se zkrátí a pomocí trysek s vysokým tlakem vody se odstraní kůra. Následně jsou kmeny vloženy do zpracovatelského stroje, který má za úkol rozštípat kmen na malé čtverečky o velikosti 2 x 2 cm. Ty se naplní do sudů s chemickou lázní, kde třísky změknou do buničiny. Tato drť se vymyje vodou a může být odbarvena. Na závěr se sušení a v podobě velkých papírů se navíjí na cívky. List celulózy má konzistenci hustého papíru. Jedna role celulózy přibližně váží 227kg(500lb).

### 3. Rozpouštění celulózy

Cívky se rozbalí a rozdrtí na kusy a rozdrtí na kusy cca jeden palec čtvereční. Ty se vkládají do rozehráté, tlakové nádoby s obsahem NMMO.

Filtrování:

Po kratším časovém úseku působení se celulóza rozpustí na čirý roztok. Nadále se přefiltrovává, aby se dosáhlo 100% odstranění odštěpu buničiny (celulózy).[2,3]

#### 4. Zvlákňování

Roztok je protlačen přes zvlákňující trysky. Jedná se o zařízení používané pro nejružnější umělá vlákna, které mohou být různorodých profilů. Z těchto otvorů vylézají dlouhé prameny vláken ven. Následně se ponoří do srážecí lázně, tentokrát s rozředěným NMMO. Tímto se zformují prameny vláken. Nakonec se propláchnou demineralizovanou vodou.

#### 5. Sušení a dokončovací práce

Lyocel dále přichází do sušící zóny, kde se voda odpaří. Prameny se dostávají do dokončovacího prostoru. V tomto místě se aplikuje mazivo (mýdlo, silikon – záleží na budoucím použití vláken). Ale také se tímto mazivem zjednodušuje budoucí operace (mykání, předení).

#### 6. Poslední kroky

Vysušená a hotová vlákna jsou tažena. Odtahovaná vlákna jsou bez zákrutu se shodnou délkou. Kleště je přsměrovávají ke stroji, kde se svazky zhušťují a tím se ovlivňuje jejich velikost. Zvlákněná vlákna prochází mykacím strojem. Probíhá česání, oddělování a uspořádání pramenů.

Mykané prameny se stříhají (brousí) a balí k přepravě do textilních továren. Celý výrobní proces od odvíjení surové celulózy k balení těchto vláken trvá přibližně dvě hodiny. Ovšem zpracovávat je lze i v jiných spektrech procesů (například: směšováním s jinými vlákny).

#### 7. Obnova rozpouštědla

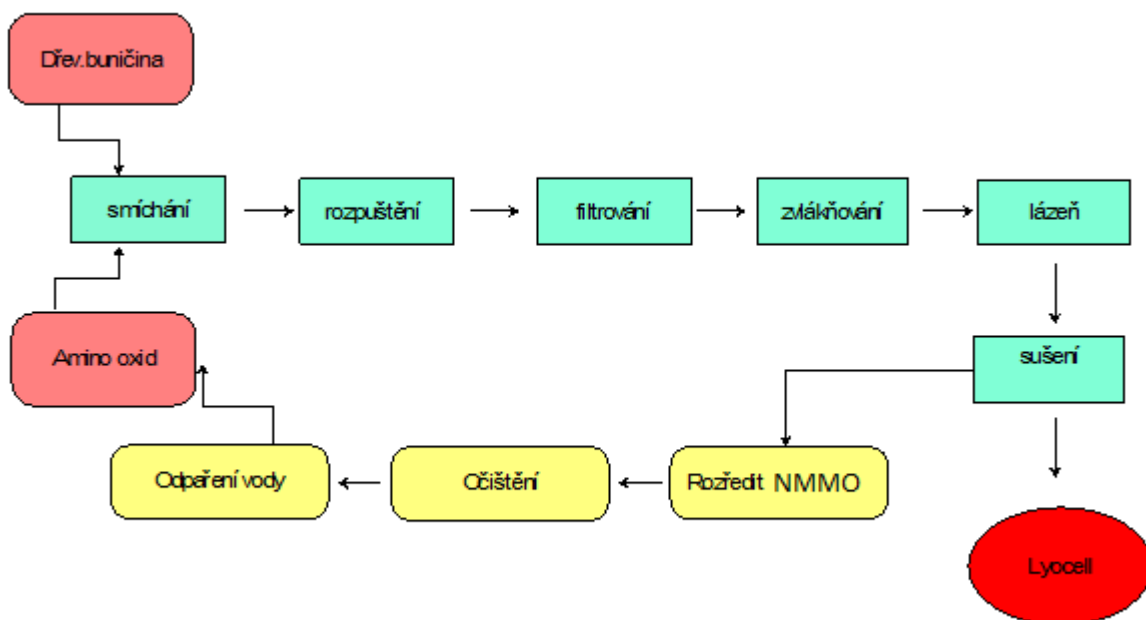
Amin oxid se aplikuje při rozpouštění celulózy a připravuje vlákna pro předení. Zředěný roztok odstředěním vody a NMMO se opětovně vrací k opakovanému použití do výrobního procesu.

#### 8. Kontrola kvality

Během procesu se monitoruje soudržnost vlákna, barva, měří se průměr vláken, protažení, úroveň vlhkosti a kontrolují dokončovací aplikace.[2,3]

### Vedlejší produkty/odpad

Na rozdíl od výroby jiných vláken nevznikají vedlejší škodlivé produkty, spotřebuje se méně vody a energie, výroba je méně toxická.



Obr. 3. Schéma výrobního procesu

### 1.3. Ekologie

Lyocelové vlákno je ekologicky šetrné, protože výrobky z něj mohou být recyklovány. Samotné vlákno je biologicky odbouratelné, jelikož vychází z celulózového vlákna. Produkty mohou být také spalovány nebo vytěsněny v odpadních vodách. Vlákná obvykle po 8 dnech zcela degradují v čistírnách odpadních vod. Při výrobě se vlákno nebělí, proto lyocel neobsahuje žádné volné chlóry.

Zatímco výroba se zaměřuje na ekologický postup, u následujících zpracování se již v takové míře na ekologii nedbá.[1]

## 1.4. Vlastnosti lyocelových vláken

Výhody	Nevýhody
Biologicky rozložitelný	Náchylnost k plísním
Udržení optimální vlhkosti (mimořádný komfort v odvádění vlhkosti)	Relativně nízká povrchová energie (ovlivnění barvení)
Výborné mechanické vlastnosti a stabilita	Fibrilace za mokra
Vysoká pevnost za mokra, za sucha, ve smyčce, v uzlu	Není vhodné pro osoby s chemickou citlivostí
Vysoce odolný proti smrštění	Žmolkovitost
Savost	

Tab. 1. Vlastnosti lyocelových vláken

- Vlastnosti lze měnit v širokých mezích přidavkem různých polymerů rozpustných v NMMO do srážecí lázně.
- Variabilita v průměru vlákna a délce vlákna.

### Lyocel ve srovnání s viskózou

- Výrazně vyšší pevnost za sucha i za mokra
- Nižší tažnost za sucha i za mokra
- Vyšší počáteční modul za sucha i za mokra
- Vyšší pevnost ve smyčce a v uzlu za sucha i za mokra
- Speciální omak
- Vyšší tendence k fibrilaci za mokra[2]

## 1.5. Fibrilace

Lyocelová vlákna mají tendenci k fibrilaci za mokra. Je to důsledek vysoké krystalinity a vysoké orientace fáze amorfnní a krystalické. K omezení fibrilace se mohou použít modifikace v průběhu přípravy vláken nebo zušlechťování. V opačné situaci, kdy je nutné posílení fibrilace za použití enzymů, se vyrobí textilie se speciálním povrchem (peach skin).

## 1.6. Použití

Oděvní	-	Dámské a pánské sportovní ošacení
	-	Šaty, kalhoty, džíny,
Bytové textilie	-	Osušky, prostěradla, povlaky, polštáře
	-	na př: Lyocel s příměsí dutých vláken - výplňky do peřin, polštářů
Průmyslové účely	-	Filtry, lana, potahy na matrace, speciální papíry, pásy
Zdravotnictví	-	Abrazivní materiál, obvazy, ochranné látky

Na příklad v případě lůžkoviny dochází k plynulému transportu vlhkosti z lidského těla, až na jejich povrch a zároveň k dostatečnému odpaření do prostoru. Udrží se nízká vlhkost, příjemný pocit tepla a postačuje nižší hmotnost přikrývky.

Staplová vlákna se mohou používat jako mikrovlákná nebo ve směsi s polyesterem, bavlnou, lnem, hedvábím nebo vlnou.

### Obchodní názvy

Tencel ® - požadované je minimální složení 30% lyocelu, aby mohla být značka použita.[1]

### Firmy

V současnosti existují 4 výrobní závody, které produkují lyocel, ovšem procesy se mohou lišit. USA, 2x EVROPA (Rakousko – Lenzing AG) a v Indii.



## 2. UTRAZVUKOVÝ HOMOGENIZÁTOR

Zprávy o účincích ultrazvuku byly prvně zaznamenány v roce 1927. Začátek samotného využití v mnohých procesech se datuje až k roku 1950 – 1960. V současnosti ultrazvuk vytvořil významné místo v různých průmyslových odvětvích nebo ve zdravotnictví. Technologie vyúsťuje z akustického vlnění založené na frekvenci. Tato frekvence je vyšší nad cca 20 KHZ leží nad hranicí slyšitelnosti lidského ucha. Akustické vlnění se rozděluje na jednotlivých pásmech lišících se rozsahem Hz a růzností prostředí. Infrazvuk je proti tomu charakterizován nízkými frekvencemi pod 16 Hz (zemětřesení). Vlnění přenášené zvukem má rozsah 16 – 20 000 Hz (přenos slyšitelných signálů). Ultrazvuk procházející v plynném, kapalném i pevném prostředí o frekvenci 20 000 –  $10^9$  Hz a hyperzvuk nad  $10^9$  Hz se používá při určování struktury nebo stavby hmoty.

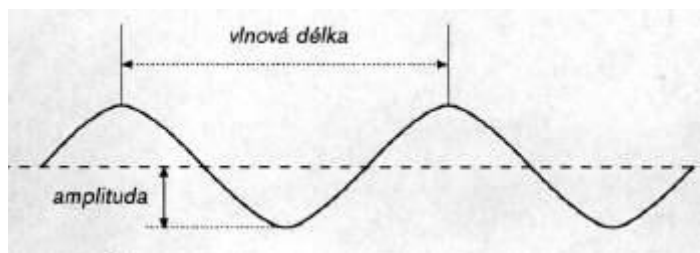
Lze rozlišovat i podle účinků energie na aktivní a pasivní. U aktivního ultrazvuku (makrozvuk) se využívá vysoké intenzity přibližně nad  $50 \text{ W cm}^2$  k ovlivnění vlastností struktury a obrábění, výroba emulzí, čištění, urychlení jednotlivých procesů. Oproti tomu pasivní ultrazvuk je malé intenzity a převážně využíván pro nedestruktivní měření a diagnostické úkony, všude tam, kde nevyvolá fyzikální či chemické změny jak v prostředí kapalném, plynném či pevném. Zařadit do této kategorie můžeme stavebnictví používanou defektoskopie, geofyzice měření tloušťek, statistických tlaků, chemickém průmyslu měření koncentrace, hustoty a viskozity.[4,5]

## 2.1. Ultrazvukové vlny

Z různých zdrojů energie se periodicky kmitavým pohybem kumulují částice hmoty vzájemně se ovlivňující v uzavřeném ultrazvukovém poli. Každá částice působí na mobilitu sousední částice. Z vizuálního hlediska připomínající pružinu = vlnový pohyb.

### Veličiny ultrazvukové vlny

Perioda	-	$T = \lambda / c$	Akustický tlak	-	$p \text{ [Pa]}$
Frekvence	-	$f = 1 / T$	Akustický výkon	-	$P \text{ [W]}$
Vlnová délka	-	$\lambda = c / f$	Akustická intenzita	-	$L \text{ [W.m}^{-2}\text{]}$
Rychlost šíření-		$c = \lambda * f$			



Obr. 4. Znáznornění vlnové délky a amplitudy

Amplituda – částice podléhají pravidelným vibracím od jejich klidové pozice. Maximální vzdálenost je amplituda.

Vlnová délka – Rozměr vlnění, které překonají částice během jedné etapy periody. Vlnová délka je menší než u zvukového vlnění, proto je ultrazvuk méně ovlivněn ohybem.

Akustická energie – je dána počtem částic a jejich amplituda udává energii ultrazvuku[6,7]

### Druhy vln

Ultrazvukové vlnění se rozděluje mnoha způsoby. Jedním z nich je pohyb částic v prostředí ve směru pohybu vlny.

- PŘÍČNÉ
- PODÉLNÉ
- POVRCHOVÉ
- DESKOVÉ

#### ➤ PŘÍČNÉ

Během šíření dochází k vzájemnému posouvání částic. Nedochází ke změně objemu a jsou odolné vůči namáhání ve smyku. Kmitání částic je kolmo na směr šíření vlny. Výskyt v tuhém prostředí.

#### ➤ PODÉLNÉ

Patří mezi nejběžnější a nejznámější druh. Kmitání je přímočaré ve směru šíření vlny. Dochází k zhušťování a následnému zředování a také ke změně objemu. V porovnání s příčnými vlnami mají delší délku vlny a jsou rychlejší. Využívané v aplikacích aktivního a pasivního ultrazvuku. Důležitý parametr v podélném vlnění je, že rozměry v prostředí musí být větší jak délka vlny. Výskyt v tuhém, kapalném a plynném prostředí.

#### ➤ POVRCHOVÉ

Mají jak podélné, tak příčné šíření. Částice se pohybují po elipse. Výskyt na povrchu tuhého prostředí.

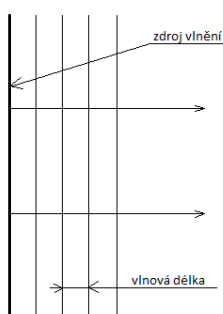
#### ➤ DESKOVÉ

Rozdělují se na symetrické a asymetrické v závislosti na frekvenci, úhlu dopadu a tloušťce materiálu. Symetrické kmitají podélně na neutrální ose a asymetrické kmitají příčně. Rozměry prostředí se musí blížit v jednom nebo ve dvou směrech délce vlny.[4]

## 2.2. Způsob šíření

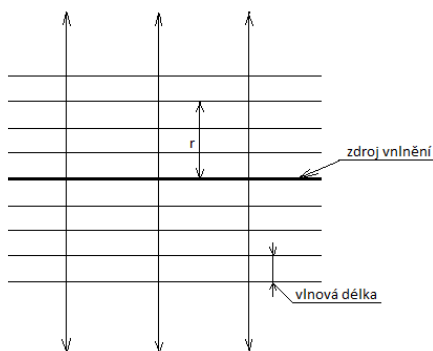
Ultrazvuková vlna se šíří od zdroje a kmitající částice ve stejné fázi vytváří vlnoplochu. Rozeznáváme je podle tvaru vyzařující plochy = vlnoplochy.

- Rovinná vlna - Vlnoplocha má rovinu kolmou na směr šíření.  
- Zdrojem je harmonicky kmitající nekonečná rovina.



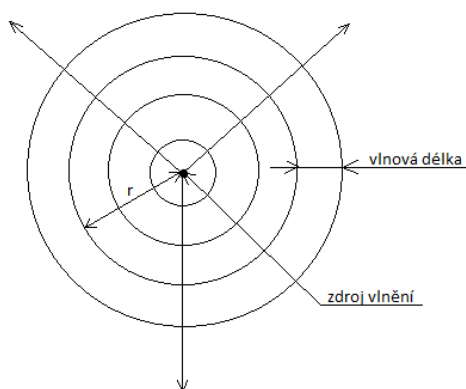
Obr. 5. Rovinné ultrazvukové vlny

- Válcová vlna - Nekonečně dlouhý válec s malým průměrem.  
- Přechod mezi kulovou a rovinnou vlnou.  
- Přímkový / válcový zdroj.  
- Vlnoplochy jsou vzájemně souosé válce.



Obr. 6. Válcové ultrazvukové vlny

- Kulová vlna - Bodový/kulový zdroj o malém rozměru.  
- Skládá se z několika kružnic se stejným středem, ale o rozdílných poloměrech. Zvětšujícím se poloměrem se vlna mění na rovinnou.



Obr. 7. Kulové ultrazvukové vlny

### 2.3. Kavítace

Ultrazvuk vyvolává účinky pomocí různých chemických mechanismů a mezi nejdůležitější patří kavítace.

Tento proces představuje tvorbu bublinek neboli dutinek v kapalném prostředí. Při příhodných podmínkách a vysokém růstu dochází ke kolapsu či rozpadu. Dynamika růstu mikrobublinek a následnému rozpadu závisí převážně na prostředí a to na odpovídajícím tlaku a dané teplotě. Kavitační tlak se přibližuje tlaku nasycených par a závisí na obsahu plynu v kapalině. Tento postup také produkuje značný hluk a mechanické poškození. Kavítace nemusí být utvářena akustickým vlněním, ale její uplatnění je i při rychlém obtékání profilů.

#### 2.3.1. Tvorba kavítace

Působením ultrazvuku vzniká pokles tlaku v kapalném prostředí a tento proces způsobuje mikroskopické roztrhání kapaliny. Tímto dochází k narušení celistvosti kapaliny. Následně vzniká kaverna (bublinka, dutinka), která je nasycena vodními parami nebo plyny (vypařování kapaliny). Působením tlaku vlivem ultrazvukového záření se bublinky pohybují směrem vzhůru k hladině, a tím dochází k odplyňování kapaliny čili k nepravé kavítaci. Pravá kavítace nastává v již odplyněné kapalině.[7,8]

Pokles tlaku ovlivňuje průchod akustické vlny v periodách.

Ultrazvukové vlny se skládají - Rozšíření (rozředění)  
- Kompresivních cyklů

Kompresivní cykly vyvíjejí pozitivní tlak na kapaliny a zároveň způsobují stlačování molekul, zatímco během rozšiřování cyklů se vyvíjí podtlak a přitažlivost molekul klesá.

Dutiny mohou být vytvořeny během rozrůstání (rozpínání) zvukového cyklu s dostatečnou intenzitou, jenž vzdálenost mezi molekulami přesahuje kritickou molekulární vzdálenost potřebnou k udržení kapaliny. Pro molekuly vody je kritická molekulární vzdálenost  $R\ 10\text{-}18\mu\text{m}$ .

Intenzita zvukové vlny také závisí na druhu a čistotě kapaliny. Ve většině případů jsou kapaliny znečištěné a obvykle obsahují i různě malé tuhé částičky a již existující rozpuštěné plyny, a to zejména uchycené páry plynu v jádrech atomů. A tím se snižuje pevnost v tahu tekutiny. Tyto pevné částice a bubliny plynu představují slabá místa v kapalině. Bublina v ozářené kapalině neustále pohlcuje energii ze střídavého stlačování a šíření (cyklů) zvukové vlny. To způsobuje, že bublina roste v rozšiřujících se cyklech a smršťuje se ve stlačujících cyklech.

### **2.3.2. Formy kavitace**

#### **1. Stabilní - nekolabující**

Intenzita akustického pole nestačí způsobit celkový kolaps bubliny. Působením změn tlaku v akustickém poli vede k oscilaci velikosti dutinek, proto tato forma nemá tak dramatický průběh. Na př: čištění povrchů.

## 2. Přechodné - kolabující

Vzniká jednorázově působícími silami a s vysokou intenzitou akustického pole. Pokud tahové síly v kapalině přesáhnou síly kohezní a hydrostatické, poruší se spojitost kapaliny a vzniká dutinka. Životnost dutiny je 1 pár akustického cyklu. Při převládání podtlaku (vnějšími tahové síly) nad silami kohezními a hydrostatickými, bublinka stále roste a může dosáhnout až na dvojnásobek původní velikosti. V závěru během pár mikrosekund se prudce zhroutlí a to v momentě, kdy vnější tahové síly přestanou působit, a kavitace se začne hroutit. Stěny bubliny se začnou bortit směrem ke středu až k destrukci. Během kolabující kavitace v kontaktu s pevným materiálem dochází k mikroskopickému poškození.

Naopak při nižší akustické intenzitě se velikost bubliny pohybuje s rozšiřováním a stlačováním cyklů. Bublina roste pomalu v mnoha případech. Tato klasifikace není striktní, nicméně stabilní kavitace může vést k přechodné kavitaci. Nebo přechodné dutinky mohou produkovat velmi malé bublinky, které podstoupí stabilní kavitaci.

Kritická velikost bublinky závisí na druhu kapaliny a frekvenci.[8]

Př: 1 MHz.... Velikost bublinky 3,3  $\mu\text{m}$

### 2.3.3. Parametry ovlivňující kavitaci bubliny a zhroucení

1. Vlastnost rozpouštědla
2. Vnější tlak
3. Externí teplota
4. Frekvence zvukové vlny

#### 1. Vlastnosti rozpouštědla

Dutiny se snadněji vytvářejí při použití rozpouštědla s vysokým tlakem par, s nízkou viskozitou a nízkým povrchem napětí.

#### 2. Vnější tlak

Se zvyšujícím se vnějším tlakem tlak páry v kapalině klesá, a tím je nutné vyvolat kavitaci vyšší intenzitou.

### 3. Externí teplota

Vyšší vnější teplota snižuje intenzitu potřebnou k navození kavitace (z důvodů zvýšeného tlaku par v kapalině). Při vyšších vnějších teplotách se další páry šíří do dutin, a zhroucení bubliny je méně násilné a více zmírněné. Proto reakce postupuje pomaleji, jelikož okolní teplota stoupá. Teplota v blízkosti varu zvyšuje počet bublin, které mohou způsobit zvukovou bariéru.

### 4. Frekvence zvukové vlny

Dolní frekvence produkuje vyšší tlak a teplotu, a tímto se zvyšuje i kavitace. Velmi vysoká frekvence neboli šíření zvukové vlny je příliš krátké, aby u bubliny došlo k destrukci.

## 2.3.4 Výskyt kavitace

### V našem případě

- V celé kapalině
- Mezi tekutinou a textilií
- Uprostřed vlákně textilie  
(zásluhou nukleace způsobené malými plynnými kapsami v pórech vláken).

### V ostatních případech

- Odstranění zubních kamenů
- Rozrušení ledvinových kamenů
- Čištění špatně dostupných míst (šperky)
- Odbourání podkožního tuku
- Výskyt u vodních turbín, lodních šroubů, čerpadel[6]



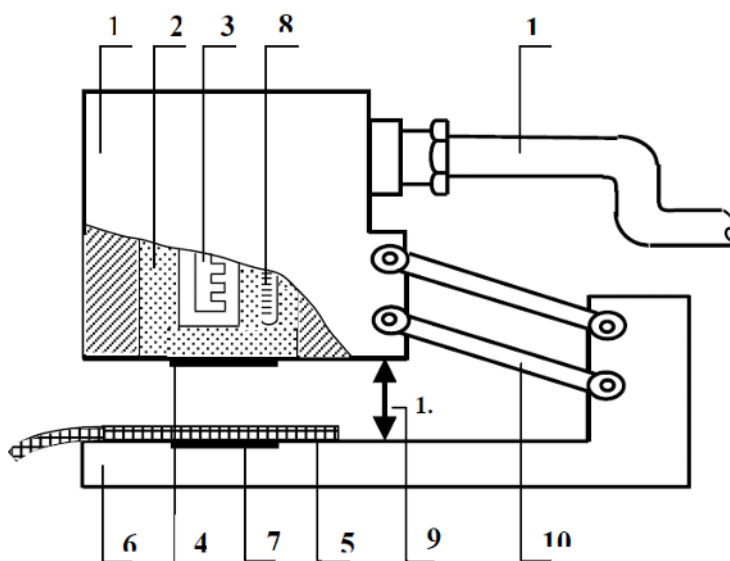
### 3. PŘÍSTROJE PRO PROVEDENÍ EXPERIMENTU

#### 3.1 Alambeta

Poloautomat regulovaný počítačem zjišťující tepelně-izolační vlastnosti (tepelnou vodivost, tepelný odpor) ale i vlastnosti dynamické (tepelné jímavost, tepelný tok) u textilních i netextilních materiálů. Měření a statistické vyhodnocení dat trvá 3 – 5 minut. V přístroji je uschován samokontrolující program, který předchází chybným operacím při měření. Teplota kontaktní plochy se pohybuje okolo 35 °C, obdobně jak u teploty lidského těla. Smysl přístroje spočívá měření v průchodu tepelných toků povrchy vzorků od neustáleného stavu k ustálenému.

Přístroj měří hodnoty: tepelný odpor vedení tepla  $r$ , měrnou tepelnou vodivost  $\lambda$ , tepelný tok  $q$ , tepelnou jímavost  $b$ , tloušťku materiálu  $h$ , poměr maximálního a ustáleného tepelného toku  $p$  a měrnou teplotní vodivost  $a$ .

- 1... tepelně izolační kryt
- 2... kovový blok
- 3... topné těleso
- 4... snímač tepelného toku
- 5... vzorek textilie
- 6... základna přístroje
- 7... snímač tepelného toku
- 8... teploměr
- 9... vzdálenost, tloušťka
- 10... paralelní vedení



Obr. 8. Schéma přístroje Alambeta

#### Měrná tepelná vodivost $\lambda$ [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]

Lambda jiným způsobem také označován součinitel měrné tepelné vodivosti, vyjadřuje množství tepla, které projde jednotkou délky za jednotku času a přitom nastane rozdíl teplot.

Hodnotu získanou měřením na přístroji je potřebné dělit hodnotou  $10^3$ . Nejmenší vodivost mají materiály z velmi jemných vláken. Zvětšit ji lze průměr vláken a jejich tloušťku. Textilie s vysokou tepelnou vodivostí představují vodiče, materiály s nízkou hodnotou izolátory.

#### Tepelný tok $q$ [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

Množství tepla  $q_2$  šíří se z hlavice do materiálu o zahajovací  $t_1$  za jednotku času.

#### Tepelná jímavost $b$ [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{1/2}\cdot\text{K}^{-1}$ ]

Vlastnost materiálu, která jediná charakterizuje tepelný omak. Měřicí množství tepla, které pronikne při rozdílu teplot 1K jednotkou plochy za jednotku času z důvodů akumulace tepla v jednotkovém objemu. Pokud materiál pocítujeme chladnější, tím větší má absenční schopnosti a tím je vyšší tepelná jímavost.[9]

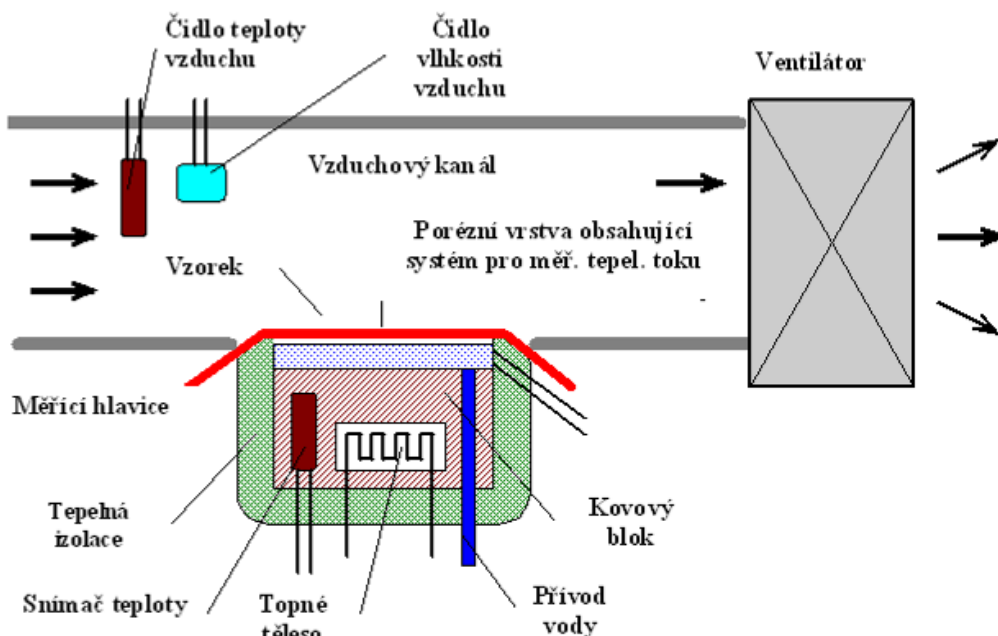
### **3.2. Permetest**

Na přístroji je měřena relativní propustnost textilií pro vodní páry  $p$  [%], tepelný tok  $q_o$ , který vychází z odparu z volné hladiny o shodné velikosti jako měřený materiál představující 100% propustnost. Vložením vzorku materiálu přes hladinu se tepelný tok sníží na dosah  $q_v$ . Přístroj využívá skin model (pokožka-oděv-prostředí), na kterém lze měřit za jakýchkoliv klimatických podmínek, neboť dané měření probíhá pod hlavicí, kde jsou ustáleny podmínky.

$$P [\%] = 100 \cdot (q_v / q_o)$$

Výparný odpor vychází z parciálního tlaku vodní páry ve vzduchu  $P_a$ , který je určen z relativní vlhkosti vzduchu a teploty. Ve stavu nasycení  $P_m$  je funkcí teploty vzduchu, která je naprogramována v přístroji.

- Výhody přístroje:
- Nulová destrukce materiálu
  - Lze vkládat výrobek vcelku
  - Praktické rozměry při manipulaci
  - Krátký časový úsek při vyhodnocování



Obr. 9. Schéma přístroje permetest

Přístroj obsahuje mikropočítač umožňující navolení počáteční teploty hlavice, rychlost vzduchu v měřicím kanálu a stupně zvlhčení hlavice.

V úvodu dojde k navlhčení hlavice při dané teplotě a zvolené rychlosti vzduchu. Odparem vlhkosti z hlavice je simulováno pocení a při tom je odváděn tepelný tok. Důležité součásti, které tvoří permetest :

Měřicí jednotka obsahující tenkou kovovou porézní desku, která též reguluje teplotu a přívod vody.

Tepelný chránič (izolace) chránící elektrický ohřívač.

Topné těleso pro rozvod tepla v přístroji. Ve spodní části zkušebního prostoru je přes kovový blok k porézní desce přiváděna ohřátá voda, a tím také měříme výparný odpor. Vzduchový kanál, kde jsou uložena čidla teploty a vlhkosti.[9]

### 3.3. Ultrazvuk Sonopuls Bandelin

Přístroj se skládá z vysokofrekvenčního generátoru, ultrazvukového převodníku, standardních nebo zesílených hlavic a ultrazvukové sondy, která je propojena s měřicí jednotkou, zvukotěsným nerezovým krytem a výškově nastavitelný o tlumení 20 dB. Displej zobrazuje amplitudu, nastavení pulzace, času, energie a zvolenou teplotu. Tyto ultrazvukové homogenizátory se převážně využívají na emulzifikaci, homogenizaci, zrychlení reakcí, rušení buněk v lékařství, ale také na vědecké účely nebo v průmyslu.

#### Základní popis přístroje

- Výkon 200 W
- Frekvence jednotné zvukové vlny 20 kHz
- Nastavení času do 9 h:59 min: 59 s
- Objem lázně 20 – 900 ml
- Průměr titanové sondy 13 mm
- Napájení 230V, 50/60 Hz
- Výkon amplitudy 10 – 100%



Obr. 10. Ultrazvuk Sonopuls Bandelin[10,11]

### 3.4. Rastrovací elektronový mikroskop

Hlavní funkcí přístroje je možnost zkoumání povrchu hmoty v textilních strukturách. Zakládá se na přímém pozorování objektů nepropustných pro elektrony v prostředí za vysokého vakua  $10^{-2}$  Pa.

Provoz je založen na použití svazku elektronů vyzařujících ze žhavené katody a urychlovaných v elektronové trysce. Systém: katoda – Wehneltův válec – anoda. Paprsek je zpracován čočkami a je rozmísťován po povrchu pozorovaného vzorku. Časově současně je s tímto svazkem rozmísťován svazek paprsků v pozorovací obrazovce. Vzájemným působením dvou činitelů, elektronového svazku a povrchu pozorovaného objektu, vznikají sekundární elektrony (s fotony, odraženými elektrony). Právě ty modelují jas elektronového paprsku v pozorovací obrazovce. Přístroj je řízen počítačem, proto je obraz zobrazován v bitové mapě (\*.bmp) a následně zpracování v obrazové analýze.

Parametry	-	Rozlišovací schopnost	-	3,5 [nm]
	-	Zvětšení mikroskopu	-	20 – 50000

Výhody mikroskopu:	Jednoduchá příprava preparátu
	Vysoká rozlišovací schopnost
	Rozsah zvětšení
	Výborná hloubky ostrosti
	Plastičnost obrazu[12]



Obr. 11. Rastrovací mikroskop Tescan Vega TS 5310[13]

### **3.5. Spektrofotometr Datacolor**

Umožňuje velmi přesné zaměření barvy, aniž by měření bylo vázáno na pevné místo. Přístroj je uzpůsobený pro praktické měření vzorků libovolného tvaru a velikosti. Spektrofotometr je lehký, stolní přístroj. Je velmi přesný z hlediska reflexního, transmisního měření a vhodný také pro fluorescenční měření. Zařízení je propojeno s počítačem, který statisticky vyhodnocuje naměřené data.[14]

### **3.6. Dynamometr Tiratest 2300**

Klasický stolní přístroj určený pro měření mechanických vlastností materiálů. Zkoušky probíhají v jednoosém namáhání v tahu. Ovládání přístroje se provádí počítačem s programem Lab Test, kde se data ukládají a statisticky vyhodnotí.[18]

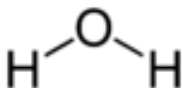
## 4. CHEMIKÁLIE PRO PŘEDÚPRAVU

### 4.1. Destilovaná voda

Voda, která prošla procesem destilací a byla zbavena rozpuštěných minerálních látek. Během destilace je očištěna od veškerých bakterií, chemikálií, a prachových částic, a stává se čistou vodou. Vzhled je čirý, bezbarvý, bez chuti a zápachu.

Molekulový vzorec -  $\text{H}_2\text{O}$

Strukturní vzorec -



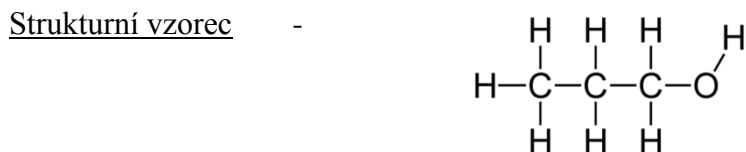
Obr. 12. Strukturní vzorec destilované vody

<u>Vlastnosti</u>	-	Hodnota pH	-	neutrální
	-	Hustota	-	0,99997 g/cm <sup>3</sup> (20° C)
	-	Molární hmotnost	-	18,01528 g/mol
	-	Viskozita	-	0,001 mPa.s (20°C)
	-	Povrchové napětí	-	0,073 N/m (20° C)
<u>Použití</u>	-	Používá se převážně v chemickém průmyslu, v laboratořích, ale mimo jiné i do chladičů automobilů, nebo do napařovacích žehliček. Použití se doporučuje všude tam, kde je nežádoucí vodní kámen nebo kotelní kámen.		

### 4.2. Isopropylalkohol

Pod jiným názvem znám jako isopropanol. Je ve stavu kapalného skupenství bezbarvé barvy. Určit lze podle ostré alkoholového zápachu. Je relativně netoxický a rychle se odpařuje. Spadá mezi vysoce hořlavé látky.

Molekulový vzorec -  $C_3H_8O$



Obr. 13. Strukturní vzorec isopropylalkoholu

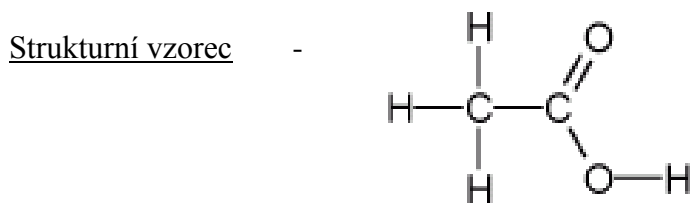
<u>Vlastnosti</u>	-	Hodnota pH	-	neutrální
	-	Hustota	-	0,786 g/cm <sup>3</sup> (20° C)
	-	Molární hmotnost	-	60,1 g/mol
	-	Viskozita	-	2,2 mPa.s (20°C)

Použití: - Používá se v podobě rozpouštědla nebo čistících prostředků v oboru s elektronovým zařízením př: čoček laserů, paměťové karty, optické mechaniky, LCD obrazovek. Lze uplatnit i v podobě konzervantu pro biologické preparáty. Je levnější metodou oproti formaldehydu.

### 4.3. Kyselina octová

Kyselina ethanová je dalším způsob, kterým lze být označována. Charakterizována je kapalným skupenstvím a bezbarvou barvou, dokonale mísitelná s vodou, také podle štiplavě páchnoucí vůně. Rizikem je poleptání pokožky nebo hořlavost.

Molekulový vzorec -  $CH_3COOH$



Obr. 14. Strukturní vzorec kyseliny octové



<u>Vlastnosti</u>	-	Hodnota pH	-	2,5
	-	Hustota	-	1,055 g/cm <sup>3</sup> (20° C)
	-	Molární hmotnost	-	60,0516 g/mol
	-	Viskozita	-	1,22 mPa.s (20° C)
<u>Použití:</u>	-	V podobě vodného roztoku se využívá k výrobě barviv, plastů, konzervaci potravin. V průmyslu je nejznámější organickou surovinou. V chemickém průmyslu patří mezi významná rozpouštědla.		

#### 4.4. Hydrogenuhlíčitan sodný

Lze být označována také pod názvem uhličitan sodný kyselý nebo jedlá soda. Charakterizován je bílá hrubozrnná látka v podobě prášku nebo hrudek, bílé barvy, obtížně rozpustná ve vodě, bez zápachu. Rizikem je kontakt s kůží a očima.

Molekulový vzorec -  $\text{NaHCO}_3$



Obr. 15. Strukturní vzorec hydrogenuhlíčitanu sodného

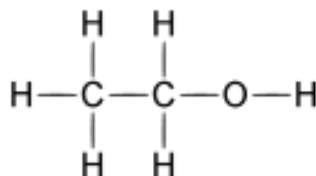
<u>Vlastnosti</u>	-	Hodnota pH	-	8,6
	-	Hustota	-	2,22 g/cm <sup>3</sup> (20° C)
	-	Molární hmotnost	-	84,01 g/mol
<u>Použití:</u>	-	Zejména se používá v potravinářství, farmacii, na úpravu pitné vody, v analytické chemii a laboratorní syntézy.		

#### 4.5. Ethanol

Obečným názvem označován jako technický líh. Bezbarvá kapalina velmi pronikavé ostré vůně. Je snadno zápalný, proto je také zařazen do hořlavín 1. třídy.

Molekulový vzorec -  $C_2H_5OH$

Strukturní vzorec -



Obr. 16. Strukturní vzorec ethanolu

<u>Vlastnosti</u>	-	Hustota	-	$0,789 \text{ g/cm}^3$ ( $20^\circ \text{C}$ )
	-	Molární hmotnost	-	$46,07 \text{ g/mol}$
	-	Viskozita	-	$0,200 \text{ mPa.s}$ ( $20^\circ \text{C}$ )

Použití: - Nejznámější použití je při výrobě alkoholických nápojů, ale jeho škála je mnohem širší. V lékařství je využíván jako rozpouštědlo, dezinfekce. V oblasti kosmetiky se uplatňuje při výrobě parfémů nebo v automobilovém průmyslu pro zlepšení výkonu u spalovacích motorů.

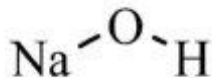
#### 4.6. Hydroxid sodný

Synonymum je louh sodný. Tuhá látka ve tvaru bílých peciček nebo perliček. Látka je nehořlavá a bez znatelného zápachu. Hydroxid sodný není jedovatý, ale silně žíravý, vyvolávající popáleniny.

---

Molekulový vzorec - NaOH

Strukturní vzorec -



Obr. 17. Strukturní vzorec hydroxidu sodného

<u>Vlastnosti</u>	-	Hodnota pH	-	14 – silně zásaditá reakce
	-	Hustota	-	2,13 g/cm <sup>3</sup> (20° C)
	-	Molární hmotnost	-	39,997 g/mol
	-	Viskozita	-	není k dispozici

Použití: - Hydroxid sodný má široké zastoupení ve všech oblastech. V chemickém průmyslu – výroba mýdel, v textilním průmyslu, v hutnictví, ve vodárenství při úpravách pitné vody, v potravinářství, ale i v domácnostech a samozřejmě v oboru chemie.

## **5. BARVENÍ VLÁKEN Z REGENEROVANÉ CELULÓZY**

Do této kategorie jsou zahrnuta celulózová vlákna druhé generace, které se vyznačují modernějším technologickým postupem výroby a využití kvalitnější celulózy. Barvitelnost vláken se přibližuje charakterem bavlny, avšak objevují se malé odchylky sorpce u různých barviv. I přesto barvitelnost tohoto druhu vláken probíhá bez nezvyklých problémů. U lyocelových vláken lze ovlivňovat vlastnosti a barvitelnost pomocí různorodých přísad do zvláknovací lázně.

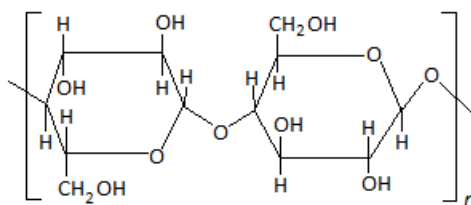
### **5.1. Barvení celulózových vláken**

Rozhodující vliv u těchto vláken je reaktivita volných nukleofilních hydroxylových – OH skupin objevující se na glukopyranózové jednotce. OH-skupiny tvoří základ afinity neboli substantivity k barvivům. Podstatou je tvorba vodíkové vazby s vhodnými polárními skupinami v aniontech tzv. přímých a dalších substantivních barviv. Žádoucí polohou pro tvorbu těchto vazeb s barevnými anionty má primární hydroxylová – CH<sub>2</sub>OH skupina. V situaci, kdy vybarvením reaktivními barvivy lze vytvořit mezi – OH skupinami a reaktivními barvivy známé kovalentní vazby. K vybarvení celulózových vláken se využívá celá série barviv. Mezi nejznámější patří reaktivní barviva, substantivní (přímá) barviva a nerozpustná kypová barviva. V tomto případě se zaměřuje na přímá barviva založená na bázi sodných solí sulfonových kyselin, která se s celulózovými vlákny váže vodíkovými můstky.

### **5.2. Přímá substantivní barviva**

Obecně tyto barviva lze označit jako rozpustné soli barevných sulfokyselin, které jsou lehce aplikovatelné, dobře rozpustné ve vodě a levné. Na substrát se vytahují z neutrální, až lehce alkalické lázně, obsahující elektrolyt. Váží se prostřednictvím OH-skupin, které spojením s kyslíkovými můstky celulózy tvoří vodíkové vazby, které v tomto případě jsou nejpevnější. Ovšem uplatňují se i slabší Van der Waalsovy. Molekula přímého barviva musí být dostatečně velká a lineární, aby byla schopna dostačujícího přimknutí makromolekulárnímu řetězci celulózy. Dobře se vybarvují přírodní i regenerovaná celulóza, vlna a polyamid.

Z důvodů tohoto druhu afinity barviva k celulozovému vláknu je označován tento způsob jako substantivita. Zapříčiněním slabších mezimolekulárních sil dosahuje vybarvení nižších stálostí jak za morka, i za světla. Proto je nutné po barvení obarvený materiál ustalovat v lázni kationaktivního ustalovacího prostředku, který snižuje rozpustnost barviva.[15,16]



Obr. 18. Vzorec celulózy

## EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Tato praktická část zahrnuje popis zkušebních vzorků, které byly chemicky upraveny a vystaveny různému času ultrazvukového působení. Cílem bylo vyhodnocení nejvhodnější metody pro podporu fibrilace u lyocelových vláken v plošné textilií. Testování modifikovaného materiálu bylo směřováno na porovnávání změn u fyziologických a mechanických vlastností za pomoci různorodých speciálních měřících přístrojů. Mezi tyto zařízení patří rastrovací elektronový mikroskop, u něhož byla provedena souhrnná obrazová analýza. U zkušebního přístroje Alambeta byly změřeny měrná tepelná vodivost a tepelná jímavost. Barevná odchylka byla měřena na spektrofotometru Datacolor. U přístroje Permetest byla zjištěna relativní paropropustnost a výparný odpor. Pro stanovení pevnosti byl vybrán aparát dynamometr Tiratest 2300.

Prostřednictvím měřidel jsme stanovili hodnoty vlastností. Každá činnost spojená s měřením byla provedena řádně dle pracovních postupů a pravidel, které se souběžně nejvíce přibližovaly normám. Získaná data byla statisticky zpracována a interpretována v podobě grafického a slovního vyjádření.

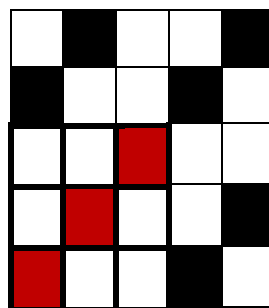
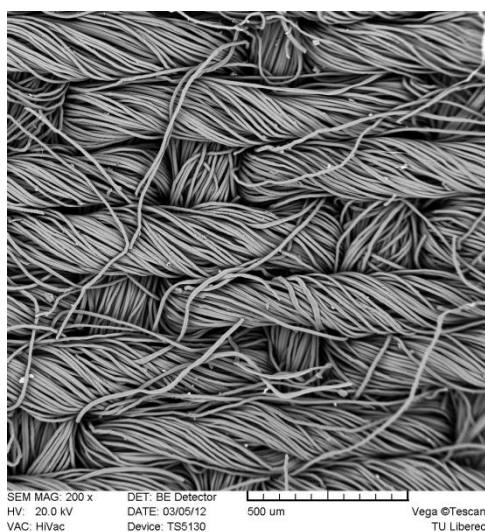
Přístroje pro realizaci měření	Katedra
Spektrofometr Datacolor	Katedra textilní chemie
Ultrazvuk Sonopuls Bandelin	
Alambeta	Katedra hodnocení textilií
Permetest	
Rastrovací elektronový mikroskop	Katedra textilních materiálů
Trhačka	

Tab. 2 Přehled přístrojů pro realizaci měření

## 6. PŘÍPRAVA VZORKŮ PRO MĚŘENÍ

### 6.1. Charakteristika materiálu

Pro experimentální část byl použit materiál ve formě plošné textilie. Tkanina obsahovala materiálové složení: v osnově - lyocel/viskóza a v útku – lyocel. Druh vazby spadá pod třívazný kepr pravého směru. Dostava vzorku je pro osnovu 375 přízí na 10 cm<sup>2</sup> a pro útek 472 přízí na 10 cm<sup>2</sup>. Plošná hmotnost je 121 g/m<sup>2</sup>.



Obr. 19. a 20. Dostava Kepr útková 3 vazný-Z

Materiál byl nastříhán o rozměrech 12 x 12 cm o 100 vzorcích, a o rozměrech 7 x 7 cm o 400 vzorcích.

### 6.2. Chemická předúprava

K experimentu byly použity předem nastříhané vzorky. Mimo to bylo připraveno deset lázní o objemu 300ml.

	Obsah lázní	Molekulový vzorec	Koncentrace
1.	Destilovaná voda	H <sub>2</sub> O	300 ml
2.	Isopropylalkohol + destilovaná voda	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O+ H <sub>2</sub> O	200 ml + 100 ml
3.	Isopropylalkohol + destilovaná voda	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O+ H <sub>2</sub> O	100 ml + 200 ml
4.	Isopropylalkohol + destilovaná voda	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O+ H <sub>2</sub> O	150 ml + 150 ml
5.	Isopropylalkohol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	300 ml
6.	Ethanol (Technický líh)	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	300 ml
7.	Hydroxid sodný	NaOH	3g + 300ml
8.	Hydroxid sodný	NaOH	0,3g + 300ml
9.	Hydrogenuhličitan sodný	NaHCO <sub>3</sub>	0,3g + 300ml
10.	Kyselina octová	CH <sub>3</sub> COOH	0,3g + 300ml

Tab. 3 Obsah lázní

Do každé 400 ml kádinky obsahující připravené lázně byly ponořeny nastříhané tkaniny o požadovaných rozměrech pro konkrétní experiment. Vzorky byly namáčeny ve dvou časových intervalech 10 min bobtnání a 24 hodin bobtnání.

Po splnění daného času byly vyjmuty a rozprostřeny na filtrační papír pro samovolné vysušení.

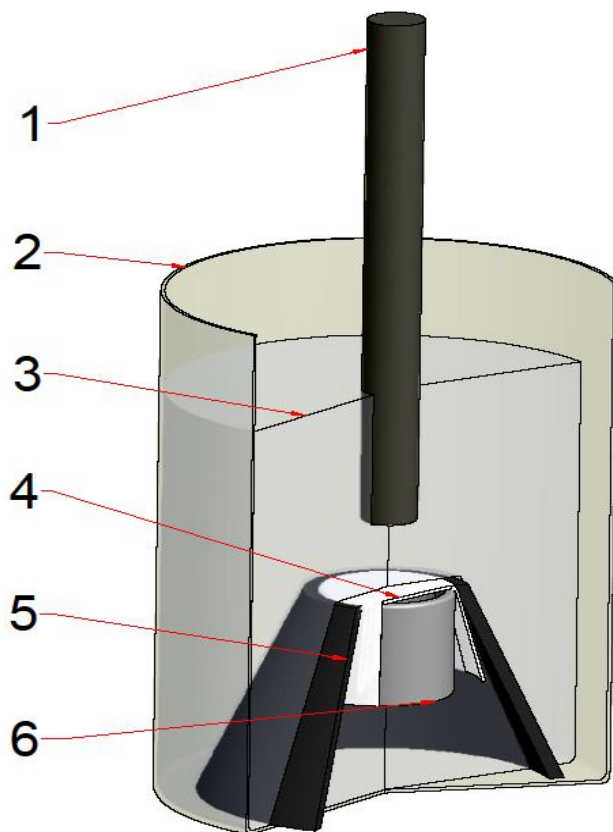
### 6.3. Úprava ultrazvukem

Upravené vzorky byly rozděleny do dvou kategorií. Skupiny byly vybrány podle časového úseku předúpravy na 10 min bobtnání a 24 hodin bobtnání.

Pro vhodnější postup fibrilace ultrazvukovým homogenizátorem bylo vytvořeno speciální zařízení. Jednotlivé vzorky byly nasazeny na upínací válec, který byl následně vložen do komolého kužele. Tímto mechanismem byl materiál upnut mezi dvě součásti a tím byl lépe aplikovatelný pro tvorbu fibrilace. Na textilií byla označena plocha, která byla ovlivněna ultrazvukovým vlněním z bodového zdroje o malém poloměru. Aparát s upnutým materiálem byl opětovně vložen do 400 ml kádinky téhož roztoku, ve kterém byl vzorek předupraven.



Naplněná kádinka byla usazena na podstavec a do středu nádoby byla spuštěna ultrazvuková sonda. Ponoření sahalo 1 cm pod hladinu lázně. Ultrazvukový homogenizátor byl nastaven na 50 % intenzitu a působil na vzorky v časech 1, 3, 5, 7, 10 min.



Obr. 21. Schéma zařízení

Popis aparátu:

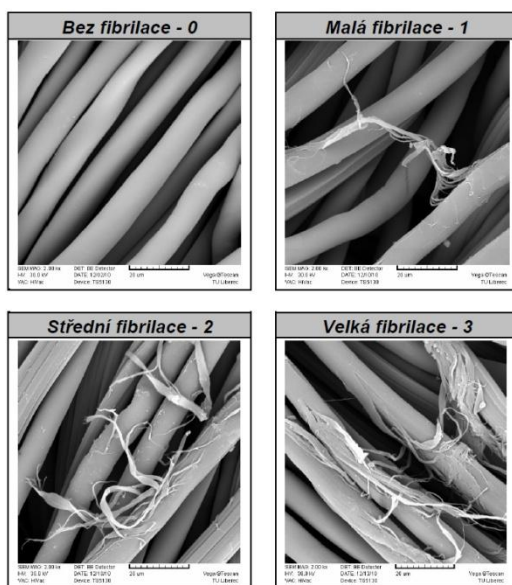
1. Ultrazvuková sonda
  2. Skleněná kádinka
  3. Roztok předúpravy
  4. Testovaný materiál
  5. Komolý kužel
  6. Upínací válec
-

## 7. PROVEDENÉ ZKOUŠKY

### 7.1. Hodnocení výskytu fibrilace

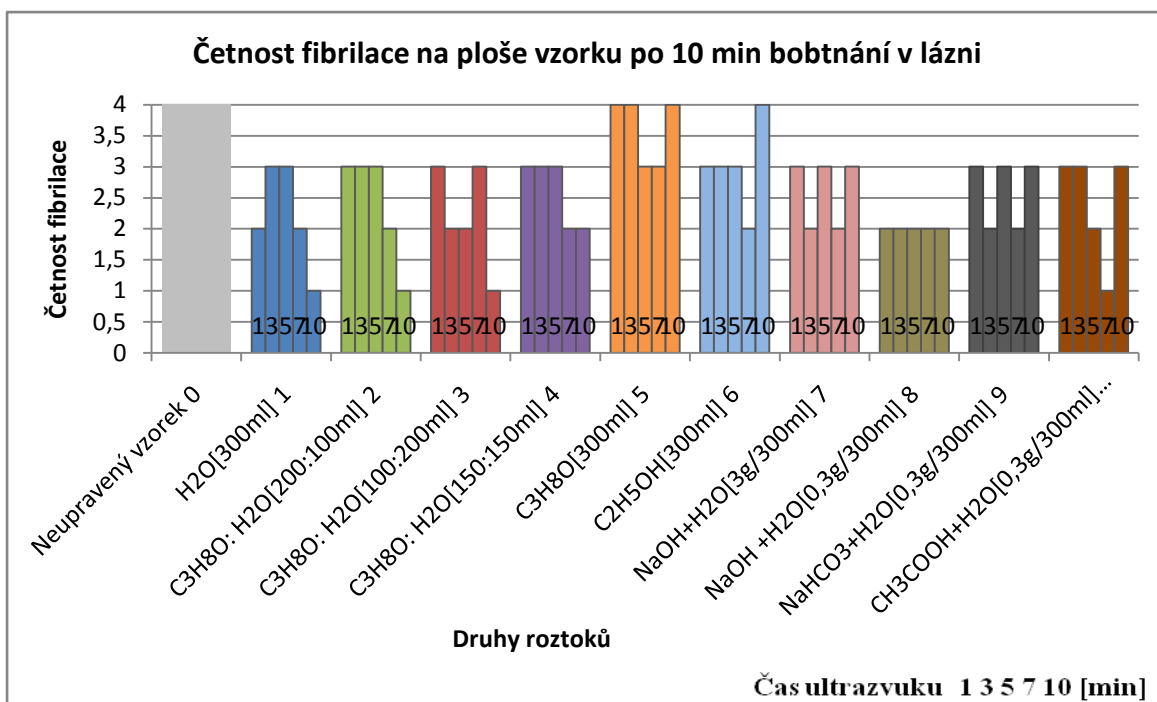
Na úvod byla uskutečněna obrazová zkouška pro porovnání změn struktury modifikovaných vzorků. Tento experimentální oddíl byl proveden rastrovacím elektronovým mikroskopem.

Pro vyhodnocení byla subjektivně stanovena stupnice četnosti a velikosti fibrilace u každého vybraného vzorku. Charakteristika stupnice: 1 – výborně, 2 – uspokojivě, 3 – dobře, 4 – špatně. Výsledné tabulky a hodnocení byly vytvořeny ze dvou měření. Z důvodů nevytvoření normy pro míru fibrilace, byly vzorky analyzovány pouze vizuální metodou. Průběh zkoušky byl realizován na katedře materiálů. Pro porovnání byly vypracovány tabulky uvedeny níže. Veškeré výsledky jsou umístěny v příloze č. 1.



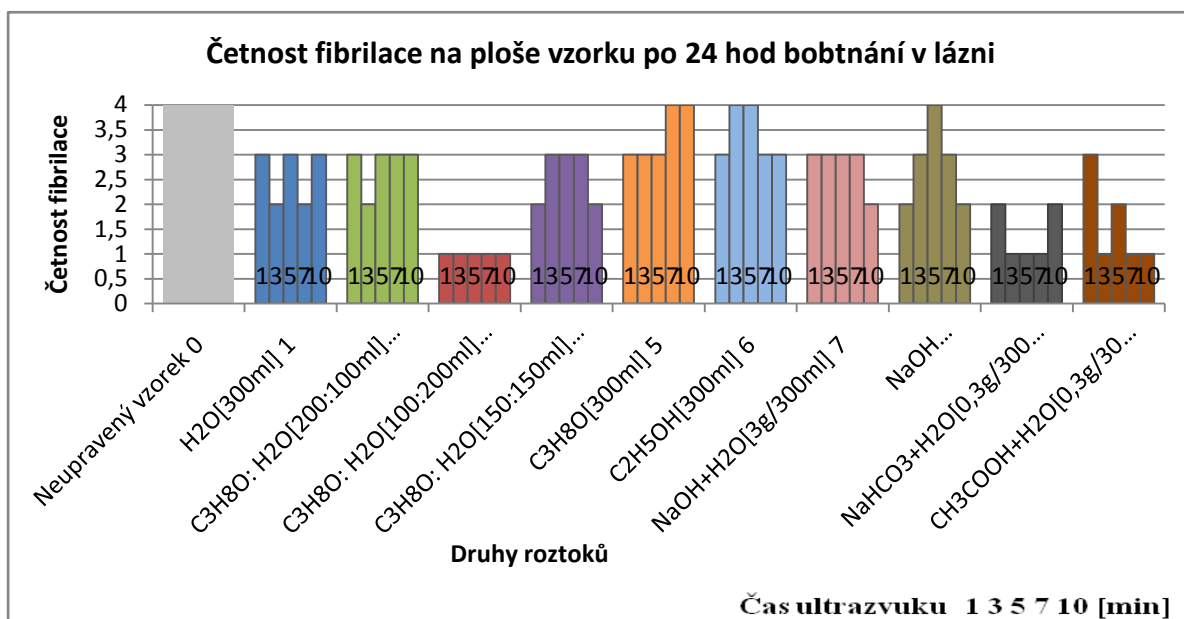
Obr. 22. Škála fibrilace lyocelového vlákna

*Hodnocení četnosti fibrilace po 10 minutách a 24 hodinách bobtnání v lázni zaměřeno na vliv předúpravy.*



Obr. 23. Grafické znázornění četnosti fibrilace na ploše vzorku po 10 min. bobtnání v lázni

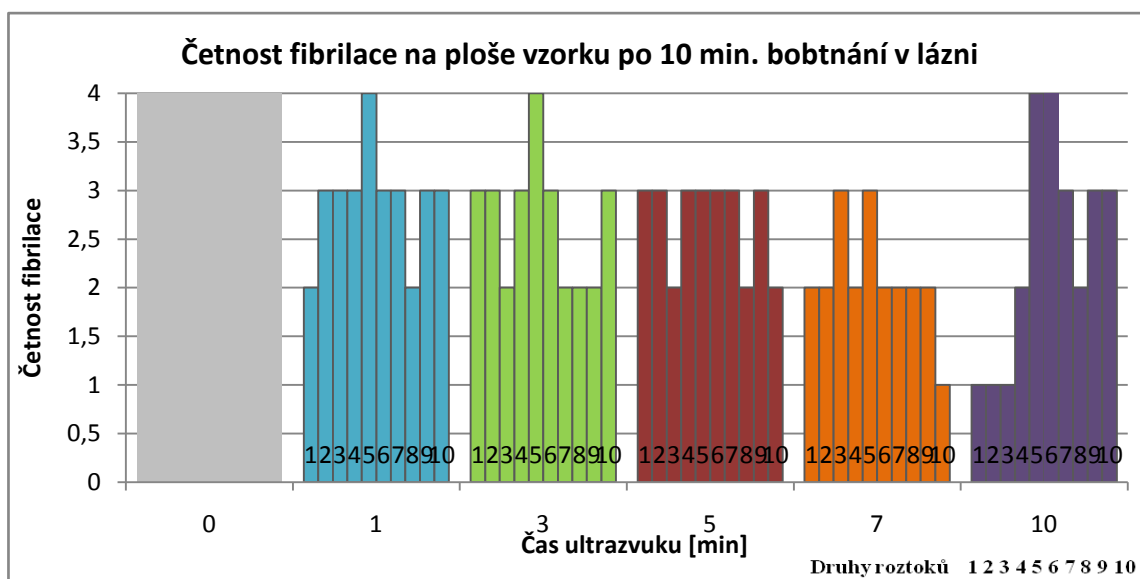
Na obrázku 23. je vykreslena četnost fibrilace v ploše jednotlivých upravených vzorků o různých intenzitách ultrazvuku. Graf je zaměřen na ovlivnění fibrilace z hlediska závislosti aplikované předúpravy. U neupraveného vzorku je stanovena škála 4 neboli nejhůře hodnocený vzorek s výskytem fibrilace. Po úpravách je patrný posun do třetí až druhé škály. Dosáhnutí 1 stupně je pouze ojedinělé. Nejlépe vyhodnocený byl vzorek 8, který dosáhl druhé škály hodnocení ve všech časech ultrazvuku.



Obr. 24. Grafické znázornění četnosti fibrilace na ploše vzorku po 24 hodinách bobtnání v lázni

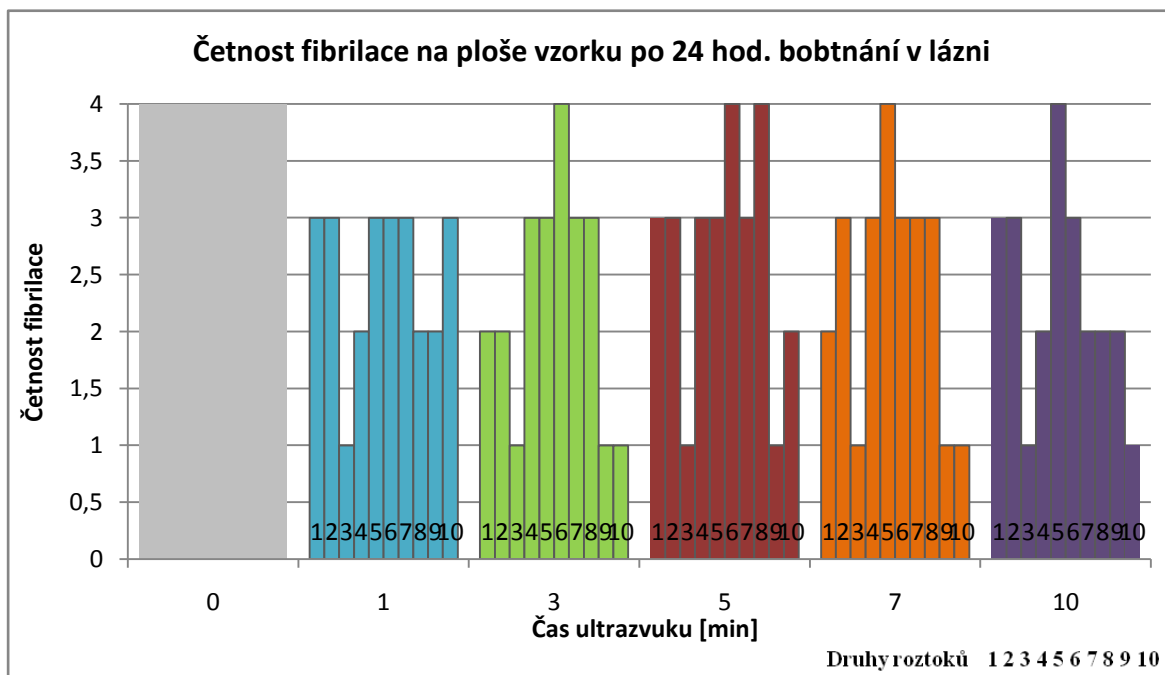
Po 24 hodinách bobtnání v předúpravě se také míra fibrilace zvýšila téměř u všech vzorků o jeden až dva stupně. Pozoruhodný jev byl u vzorku s číslem 3, který vykázal nejlepší fibrilaci v celé ploše testovaného materiálu. V zápětí byl také výborně hodnocen vzorek s číslem 9 a 10.

*Hodnocení četnosti fibrilace po 10 minutách a 24 hodinách bobtnání zaměřeno na vliv ultrazvuku.*

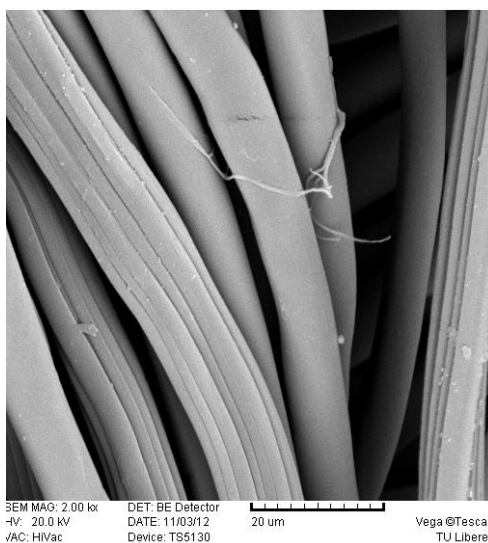


Obr. 25. Grafické znázornění četnosti fibrilace na ploše vzorku po 24 hodinách bobtnání v lázni

Z druhého pohledu byl patrný vliv ultrazvukového vlnění až od 7 minuty u působení 10 minutového bobtnání, kde četnost fibrilace je nejsilnější. Zatímco u delší časové míry bobtnání (24 hodin) byl vliv ultrazvukového homogenizátoru viditelný již u 3 min působení. Nejlépe vyhodnocená data jsou opět u 7 minuty ultrazvukového vlnění.

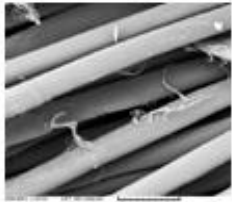
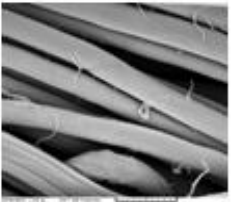
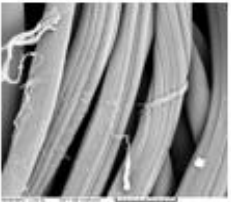

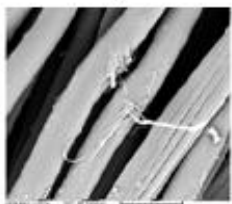








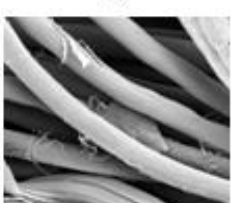
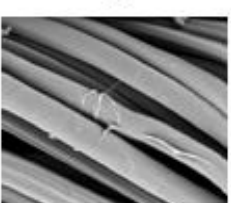







Obr. 26. Grafické znázornění četnosti fibrilace na ploše vzorku po 24 hodin bobtnání v lázni



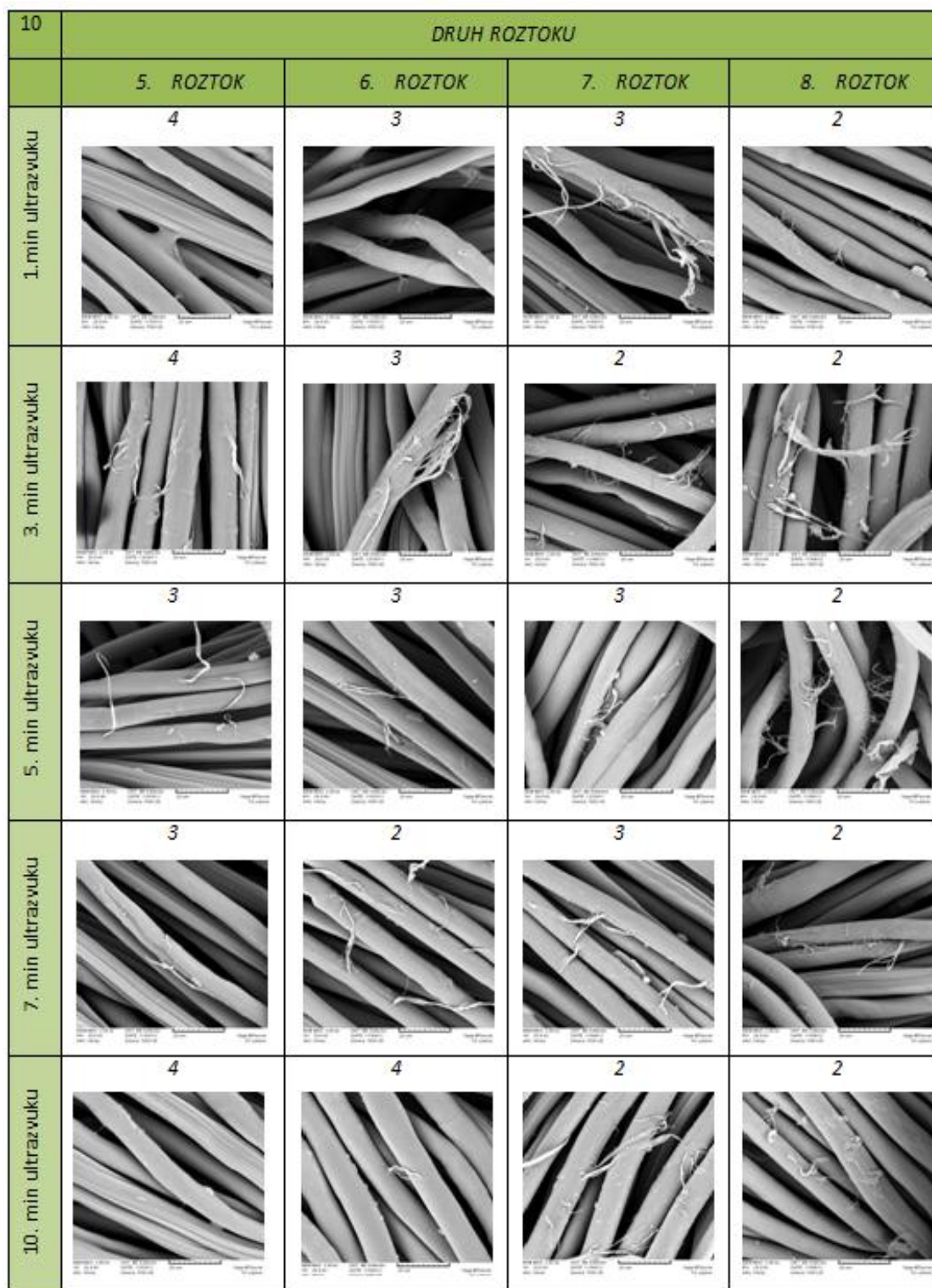
Obr. 27. Grafické znázornění neupraveného vzorku obsahující lyocelové vlákna

Graficky vypracované vzorky po 10 minutách a 24 hodinách bobtnání.

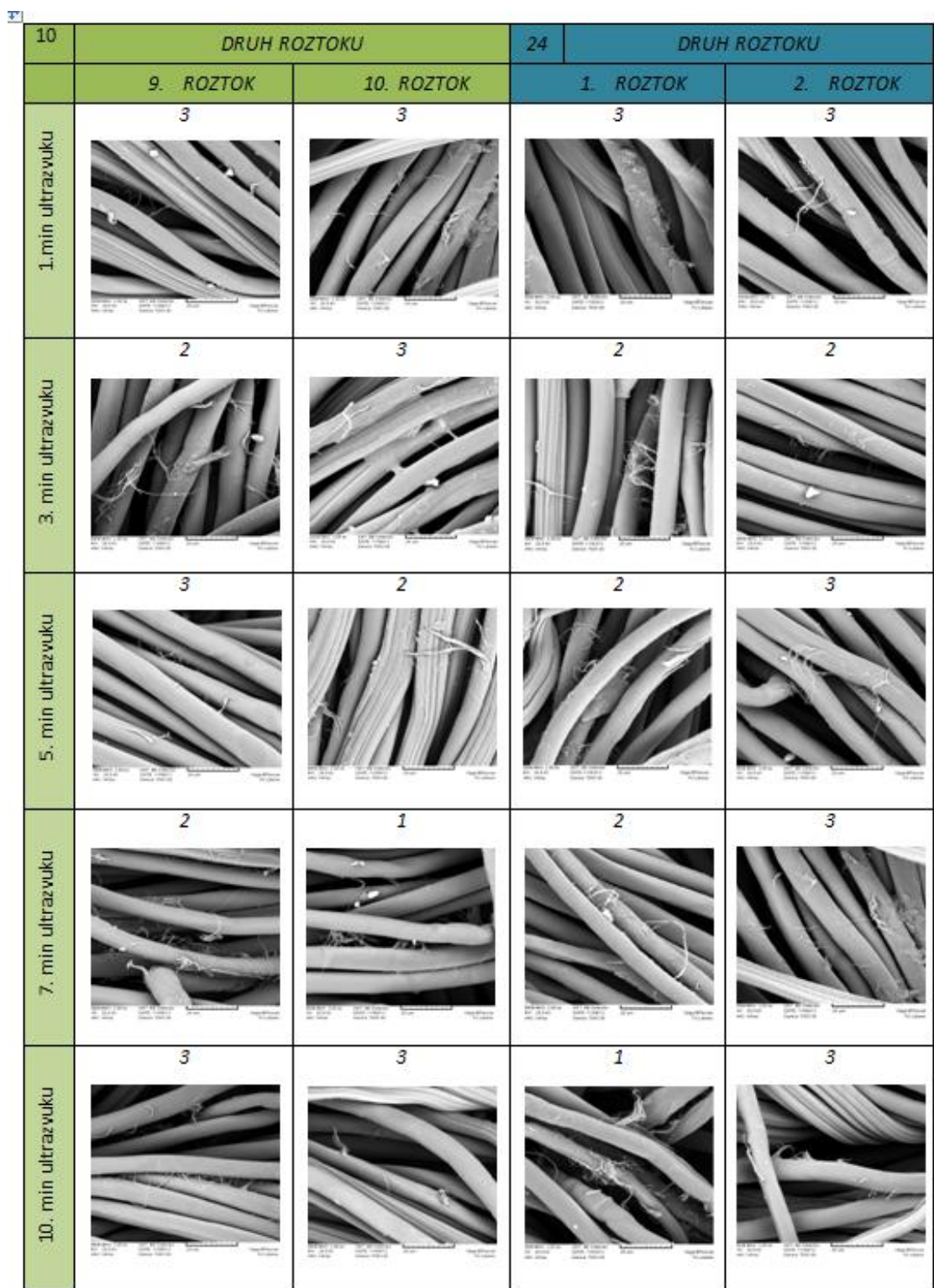
10	DRUH ROZTOKU			
	1. ROZTOK	2. ROZTOK	3. ROZTOK	4. ROZTOK
1. min ultrazvuku	2 	3 	3 	3 
3. min ultrazvuku	3 	3 	2 	3 
5. min ultrazvuku	3 	3 	2 	3 
7. min ultrazvuku	2 	2 	3 	2 
10. min ultrazvuku	1 	1 	1 	2 

Obr. 28. Grafické znázornění fibrilace u jednotlivých vzorků po 10 minutách bobtnání



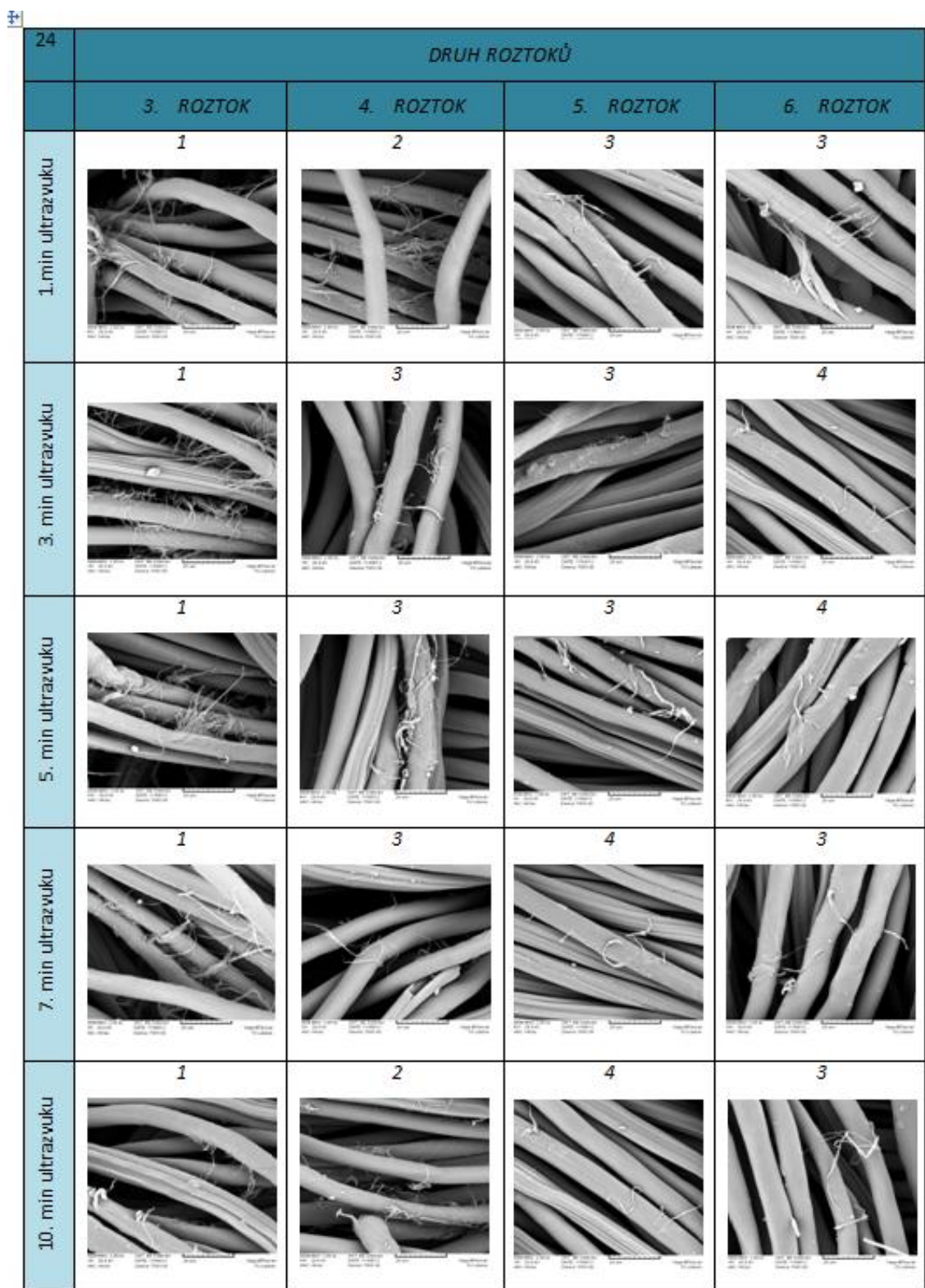


Obr. 29. Grafické znázornění fibrilace u jednotlivých vzorků po 10 minutách bobtnání

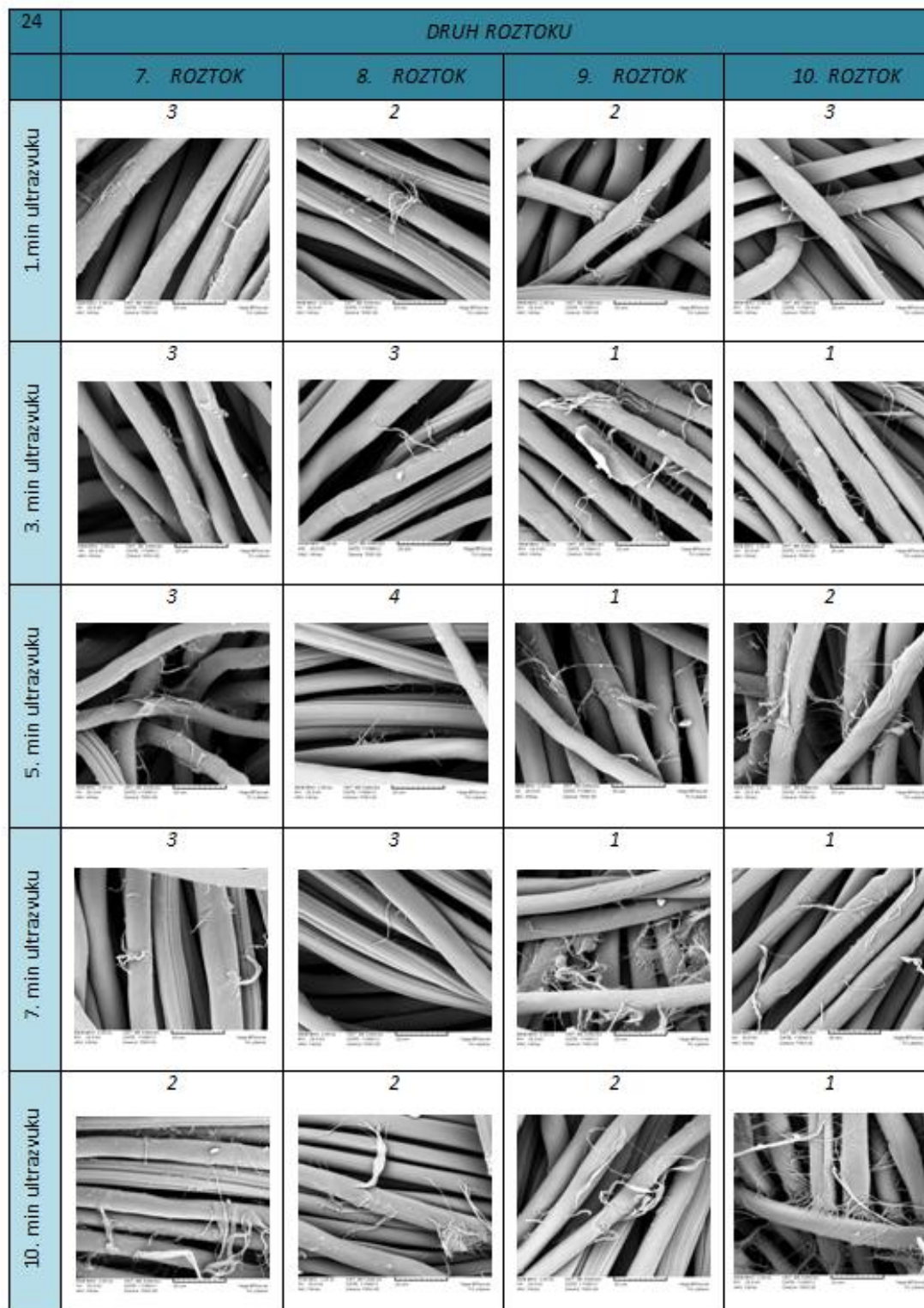


Obr. 30. Grafické znázornění fibrilace u jednotlivých vzorků po 10 minutách a 24 hodinách bobtnání





Obr. 31. Grafické znázornění fibrilace u jednotlivých vzorků po 24hodinách bobtnání



Obr. 32. Grafické znázornění fibrilace u jednotlivých vzorků po 24 hodinách bobtnání

## 7.2. Hodnocení tepelného komfortu

Pro realizaci měření na přístroji Alambeta byl nutný vzorek o rozměrech 15 x 15 mm pro hodnocení z lící strany. Každý zkušební vzorek byl předupraven v daném roztoku a ovlivněn bobtnáním 10 min a 24 hodin. Na všechny vzorky také působil ultrazvukový homogenizátor v předem nastavených časových úsecích 1,3,5,7,10 minut. Z důvodů velké plochy vzorku, byl ultrazvuk aplikován na tkaninu v pěti označených kruzích ve středové části pro přesnější měření užitných vlastností.

Vzorky byly před měřením klimatizovány po dobu 24 hodin v laboratořích katedry hodnocení textilií. U všech připravených modelů tkanin bylo nutné odstranit sklady, aby nedošlo k chybnému měření. Měření probíhalo při teplotě 17° C a 45% vlhkosti.

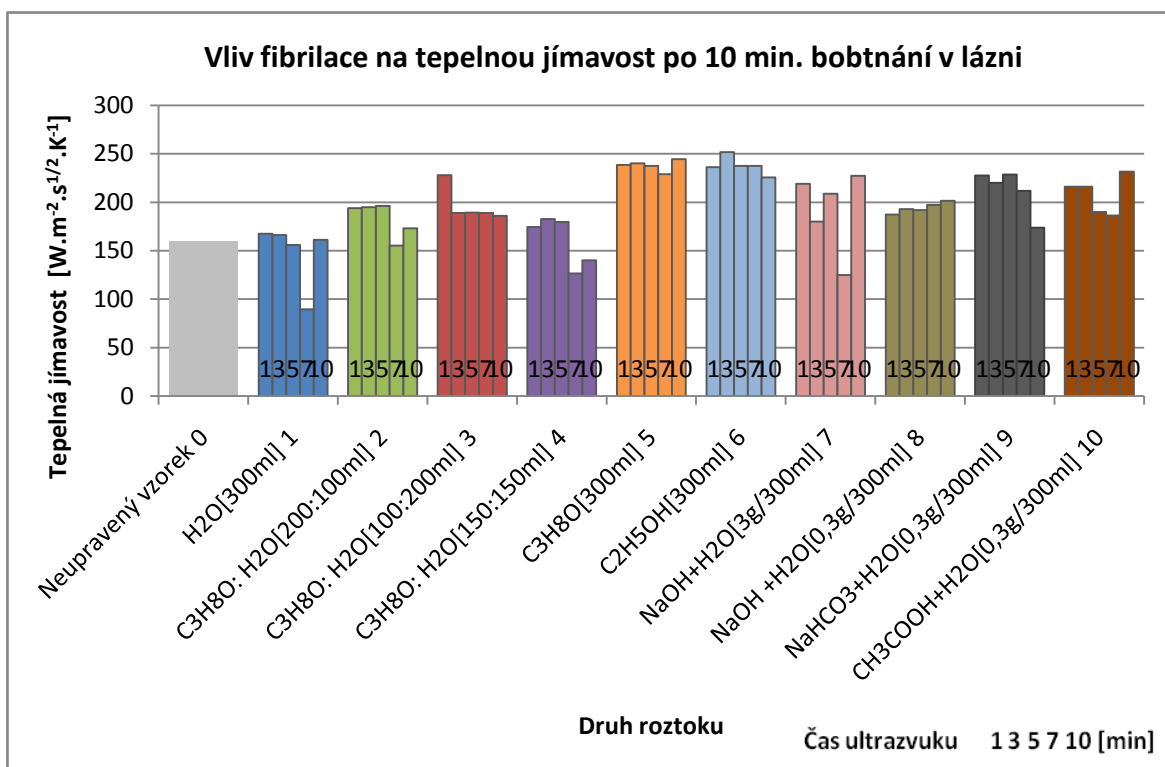
Po zapnutí přístroje byla ponechána hlavice na zahřátí požadované teploty. Následně se provedlo zkušební měření. Po zaznění signálu byla tkanina umístěna po celé ploše do prostoru pod hlavici. Po spuštění hlavice měření probíhalo po krátkých časových intervalech v pěti různých místech tkaniny. Vyhodnocená data byla zaznamenána ručně a dále statisticky vyhodnocena v příslušném programu. Naměřené hodnoty pro jednotlivé vzorky tkanin jsou uvedeny v příloze Č.2

### 7.2.1. Tepelná jímavost

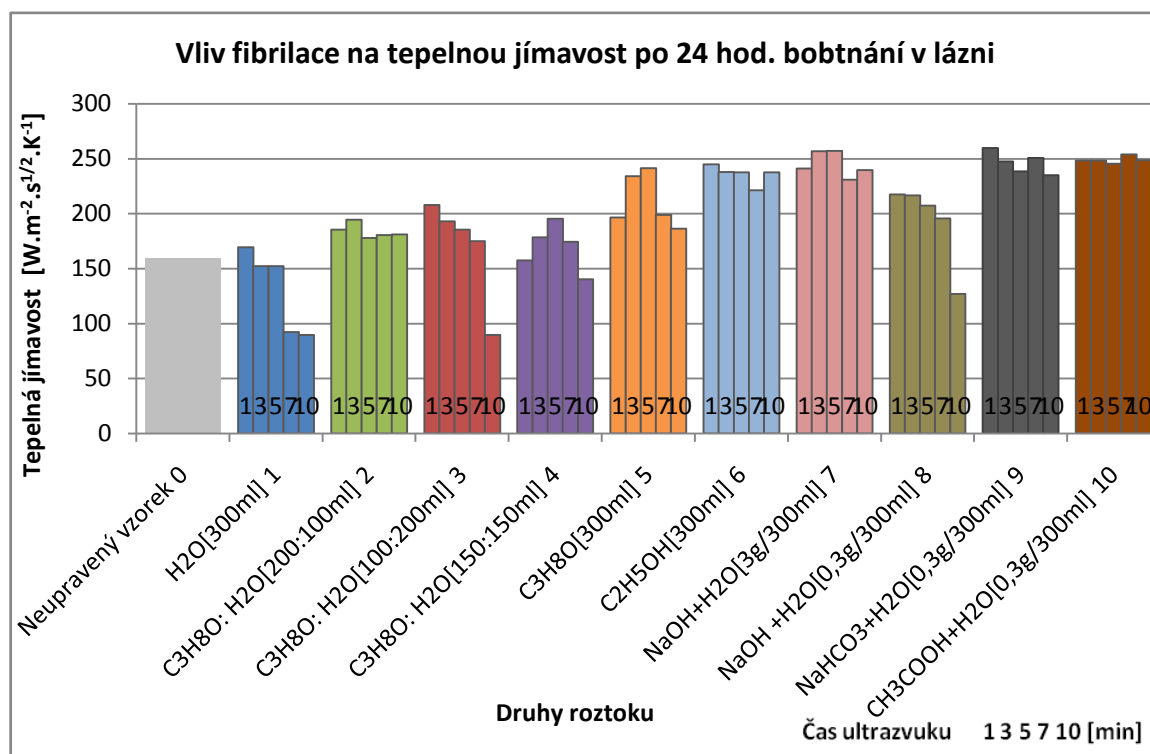
*Hodnocení vlivu fibrilace na tepelnou jímavost po 10 minutách a 24 hodinách bobtnání se zaměřením na chemickou předúpravu*

Z grafů uvedených na následující stránce byl viditelný nárůst tepelné jímavosti u většiny testovaných vzorků. Při 10 minutách bobtnání byl nejvíce ovlivněn tepelný omak u vzorků 5 s chemickou úpravou isopropylalkoholem a u vzorku 6 upravený etanolem. Tyto vzorky vykazují chladivější pocit než vzorek neupravený. Porovnání s delší dobou bobtnání předúpravy po 24 hodinách byl zaznamenán markantní nárůst u vzorků 7, 9, 10.

Hřejivějším materiálem se stal po úpravě vzorek ovlivněn vodou a po zanechání delší doby bobtnání v lázni na 24 hodin se snížila daná vlastnost ještě více než čistý vzorek.

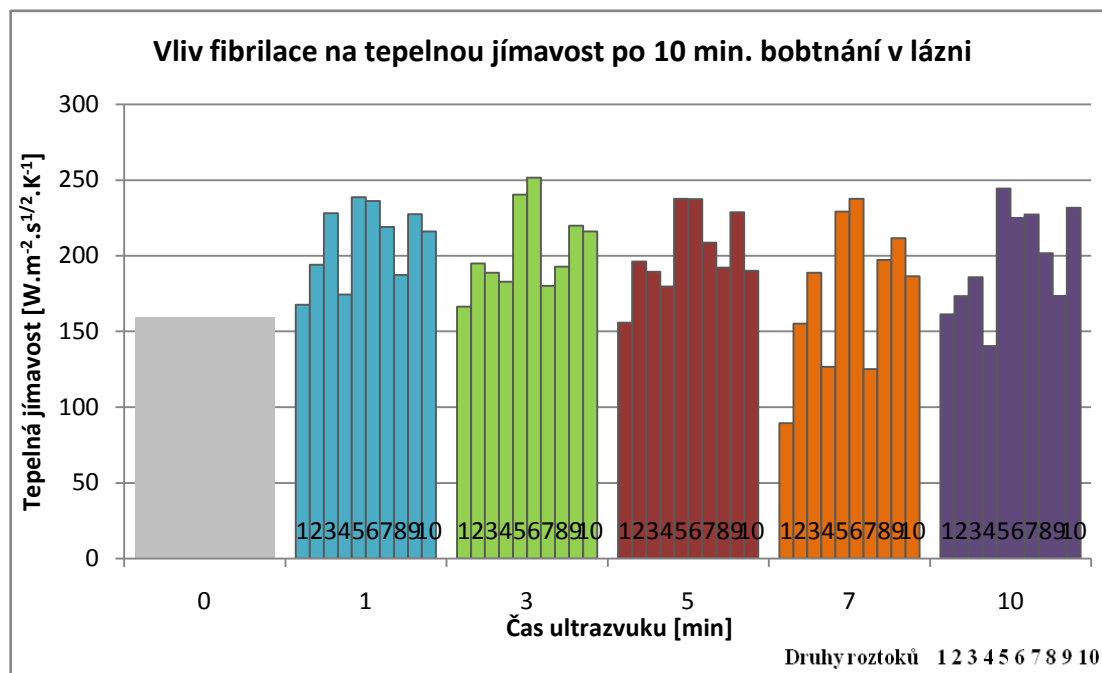


Obr. 33. Grafické znázornění vlivu fibrilace na tepelnou jímavost po 10 minutách bobtnání v lázni



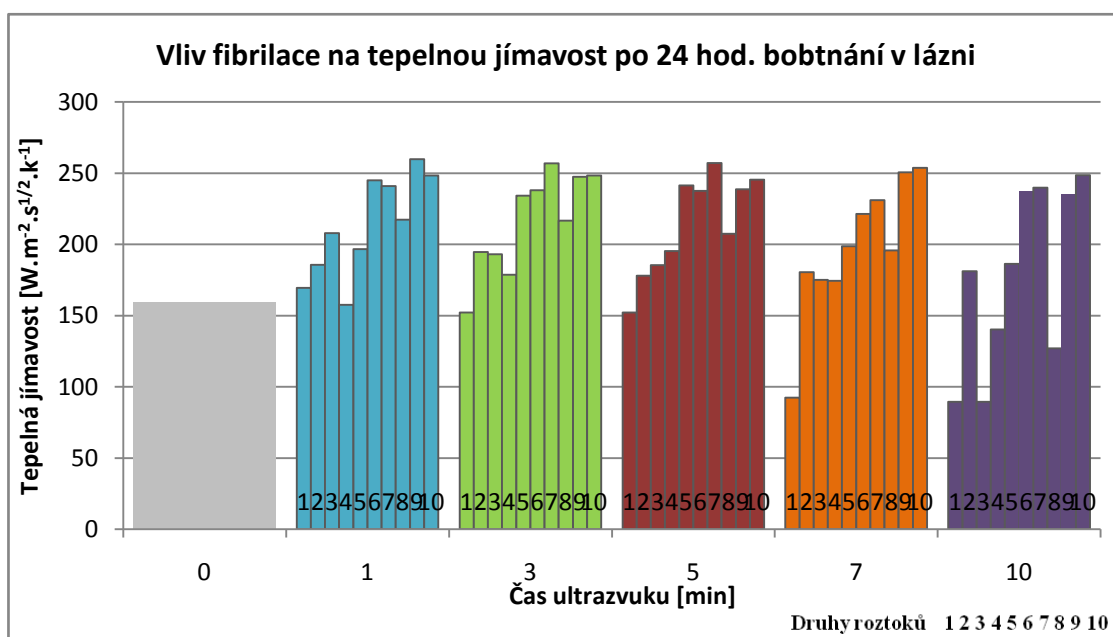
Obr. 34. Grafické znázornění vlivu fibrilace na tepelnou jímavost po 24 hodinách bobtnání v lázni

*Hodnocení vlivu fibrilace na tepelnou jímavost po 10 minutách a 24 hodinách bobtnání se zaměřením na vliv ultrazvuk*



Obr. 35. Grafické znázornění vlivu fibrilace na tepelnou jímavost po 24 hodinách bobtnání v lázni

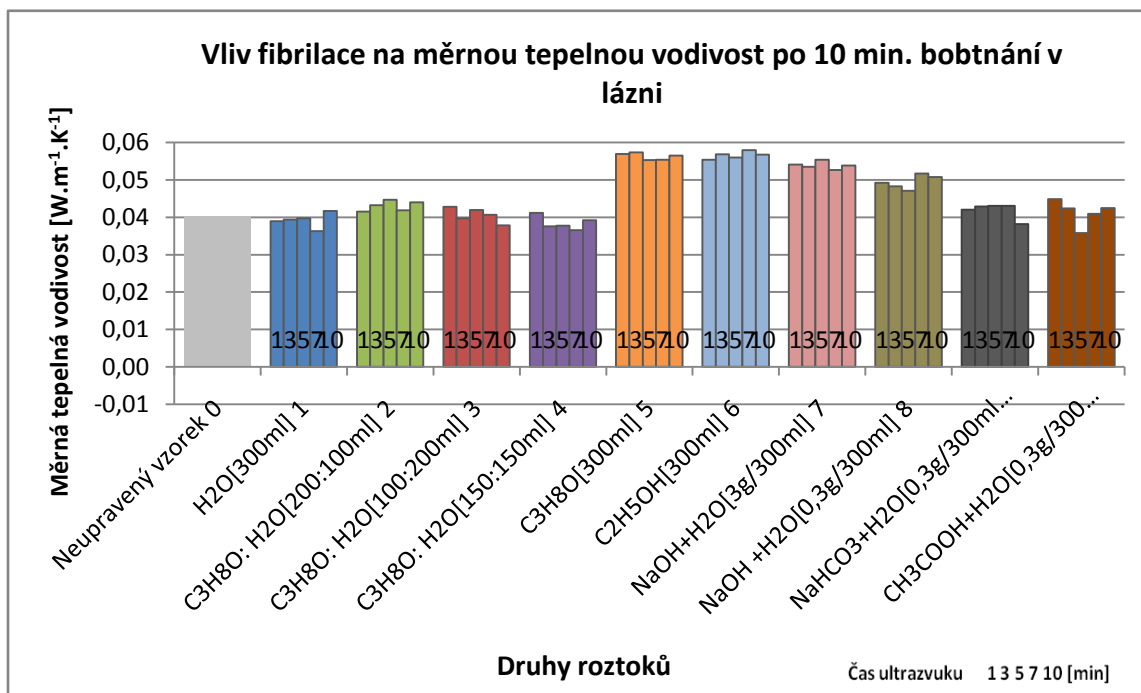
Posouzení časového působení ultrazvukového homogenizátoru na upravené vzorky a jejich tepelnou jímavost již není tak rozdílné. Avšak zajímavé vypořádání z měření bylo, že v obou případech obrazového znázornění tepelná jímavost stoupá do působení pěti minut a od sedmé minuty opětovně klesá.



Obr. 36. Grafické znázornění vlivu fibrilace na tepelnou jímavost po 24 hodinách bobtnání v lázni

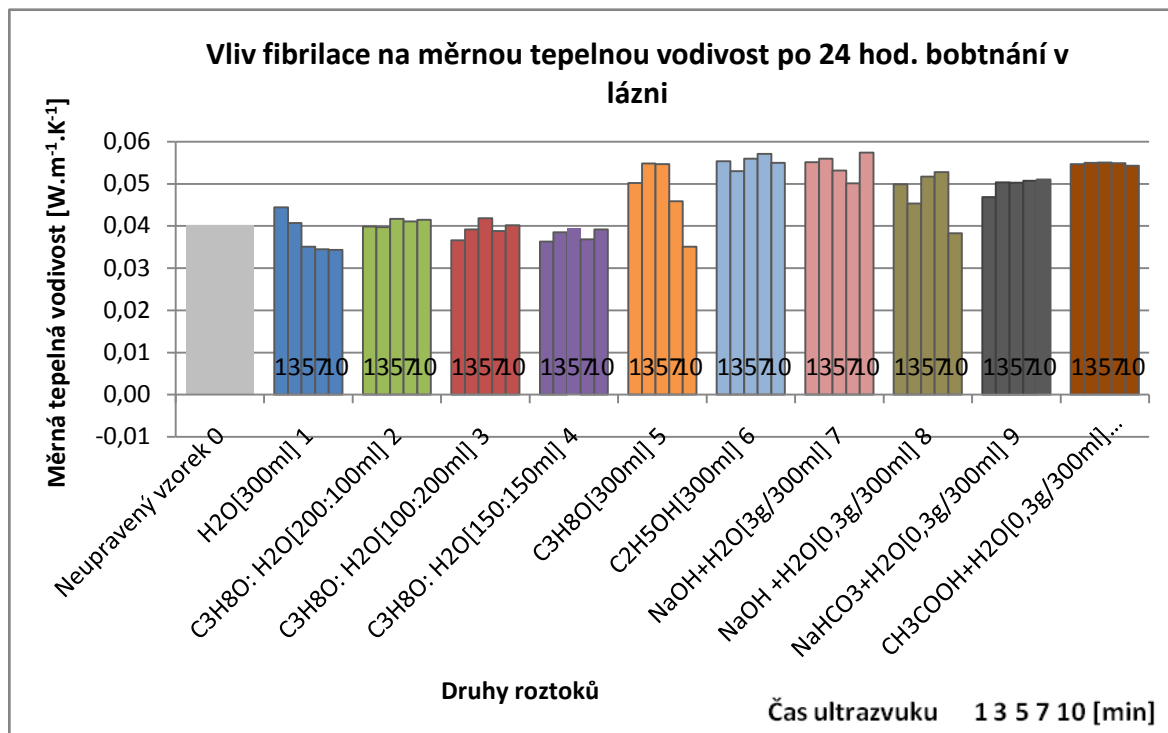
### 7.2.2. Měrná tepelná vodivost

*Hodnocení vlivu fibrilace na měrnou tepelnou vodivost po 10 minutách a 24 hodinách bobtnání se zaměřením na vliv předúpravy*



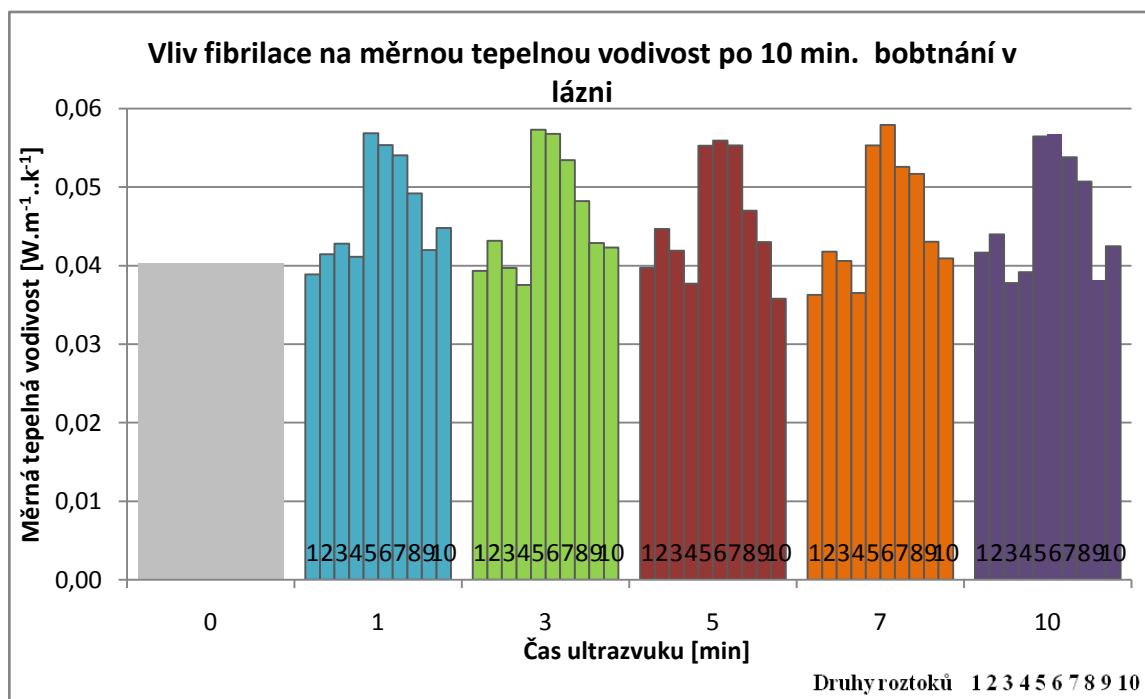
Obr. 37. Grafické znázornění vlivu fibrilace na tepelnou vodivost po 10 minutách bobtnání v lázni

Tepelnou vodivost lze charakterizovat ukazatelem prostupu tepla skrz materiál. V následujících grafech (Obr. 38 a 39) lze proto vyvodit, jak upravené vzorky vedou teplo. V první polovině grafu upravené vzorky destilovanou vodou a izopropylalkoholem s vodou zachovávají obdobnou hodnotu. V případě druhé poloviny nastal mírný nárůst již po 10 minutách bobtnání v lázni, což z hlediska komfortu není žádoucí. Naopak při porovnání s neupraveným vzorkem dosáhly lepších výsledků vzorky upravené izopropylalkoholem s vodou (1:1) v obou případech bobtnání. Ovšem vzorek ovlivněný pouze vodou dosáhl po 24 hodinách bobtnání, také nižších hodnot.



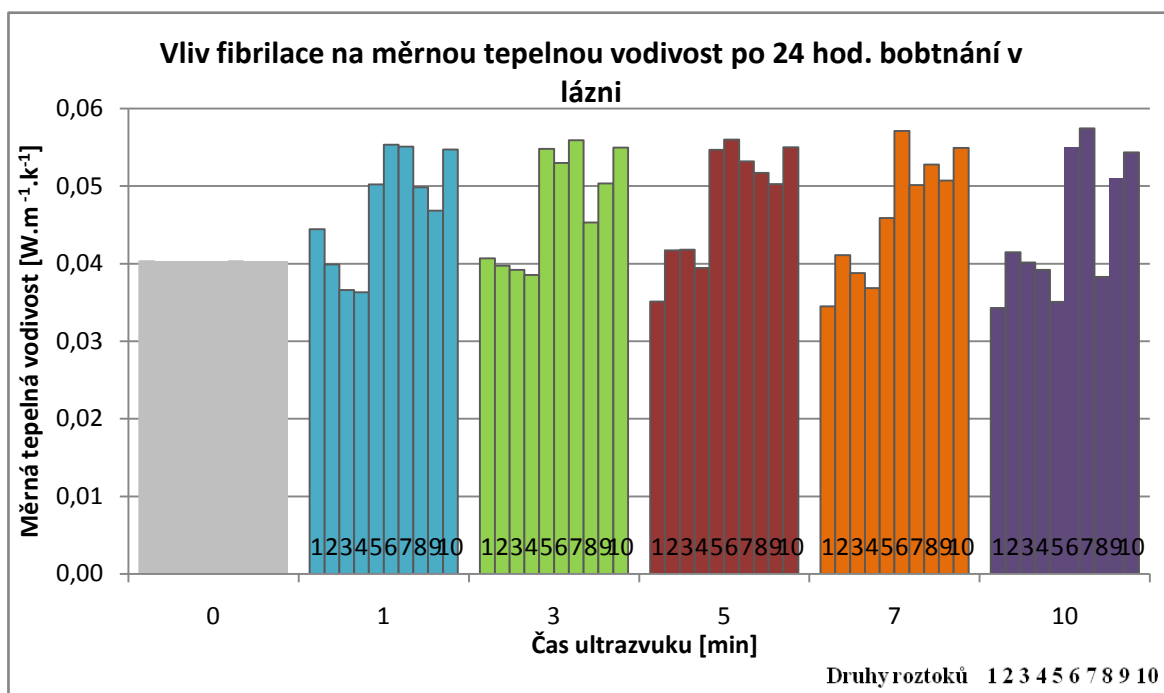
Obr. 38. Grafické znázornění vlivu fibrilace na tepelnou vodivost po 24 hodinách bobtnání v lázni

*Hodnocení vlivu fibrilace na měrnou tepelnou vodivost po 10 minutách a 24 hodinách bobtnání se zaměřením na vliv ultrazvuku*



Obr. 39. Grafické znázornění vlivu fibrilace na tepelnou vodivost po 10 minutách bobtnání v lázni





Obr. 40. Grafické znázornění vlivu fibrilace na tepelnou vodivost po 24 hodinách bobtnání v lázni

U obou případů je patrné, že časový vliv ultrazvukového vlnění na udávanou vlastnost je velice malý. Rozdíl je patrný při 1 minutě vlnění.

### 7.3. Hodnocení termofyziologického komfortu

Pro správné provedení měření byly vzorky klimatizovány v laboratořích katedry hodnocení textilií na 24 hodin. Pro metodu byly použity totožné vzorky jako u přístroje Alambeta. Charakteristika vzorků je popsána v předcházející kapitole.

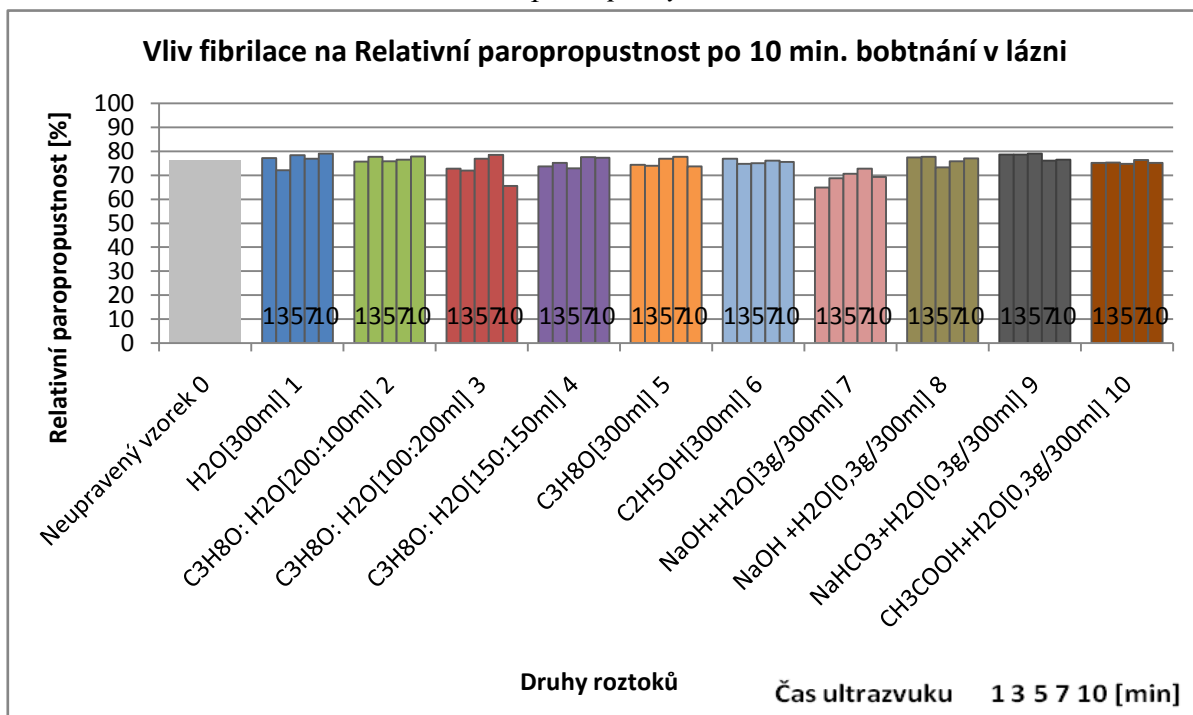
Postup probíhal v několika etapách. Před zahájením měření bylo nutné přístroj nastavit na odpovídající počáteční parametry (teplotu, zvlhčení hlavice). Kalibrace byla realizována pomocí proměření referenční textilie, která musela být homogenní. Po kalibraci proběhlo měření bez vzorku a kontrola vyhodnocených dat.

Vlastní měření proběhlo vždy až po ustálení teploty hlavice. Napnutý vzorek byl usazen na měřicí hlavici a vložen do vzduchového kanálu. Z důvodu časově delšího měření bylo nutné doplnit stav vody v dávkovači. Výsledné hodnoty samostatně zhotovil připojený počítač. Pro vytížení přístroje byl jednotlivý vzorek proměřen třikrát. Vypracované tabulku dat jsou k nahlédnutí v příloze č. 3

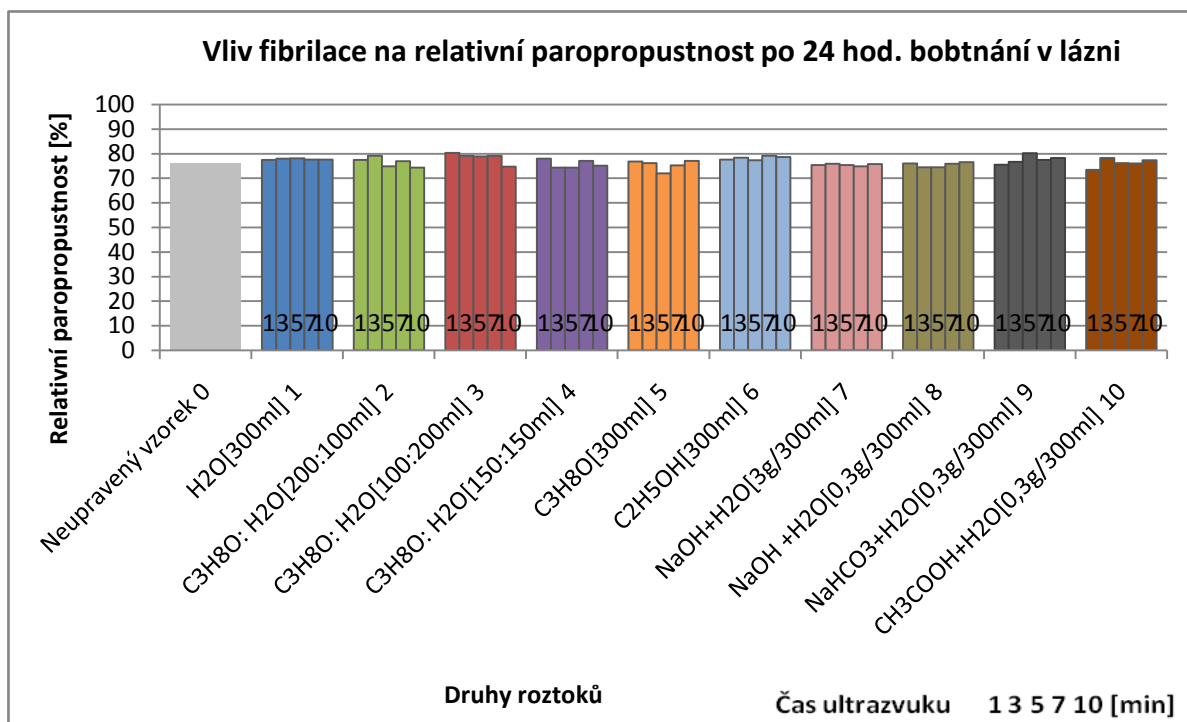


### 7.3.1. Relativní paropropustnost

*Hodnocení vlivu fibrilace na relativní paropropustnost po 10 minutách a 24 hodinách bobtnání se zaměřením na vliv předúpravy*

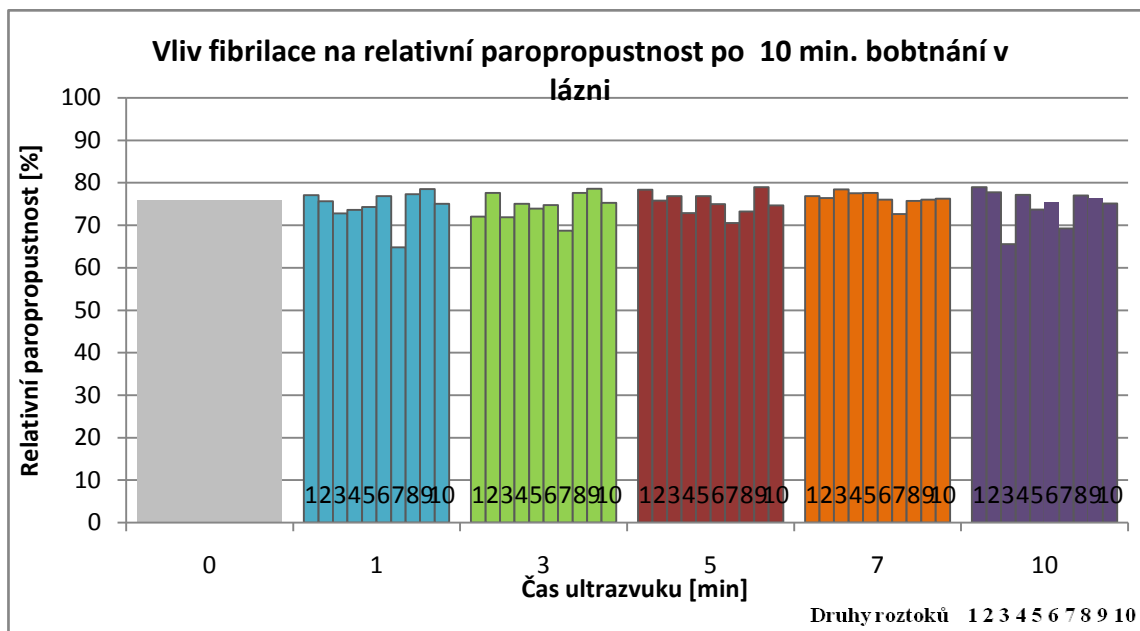


Obr. 41. Grafické znázornění vlivu fibrilace na relativní paropropustnost po 10 minutách bobtnání v lázni

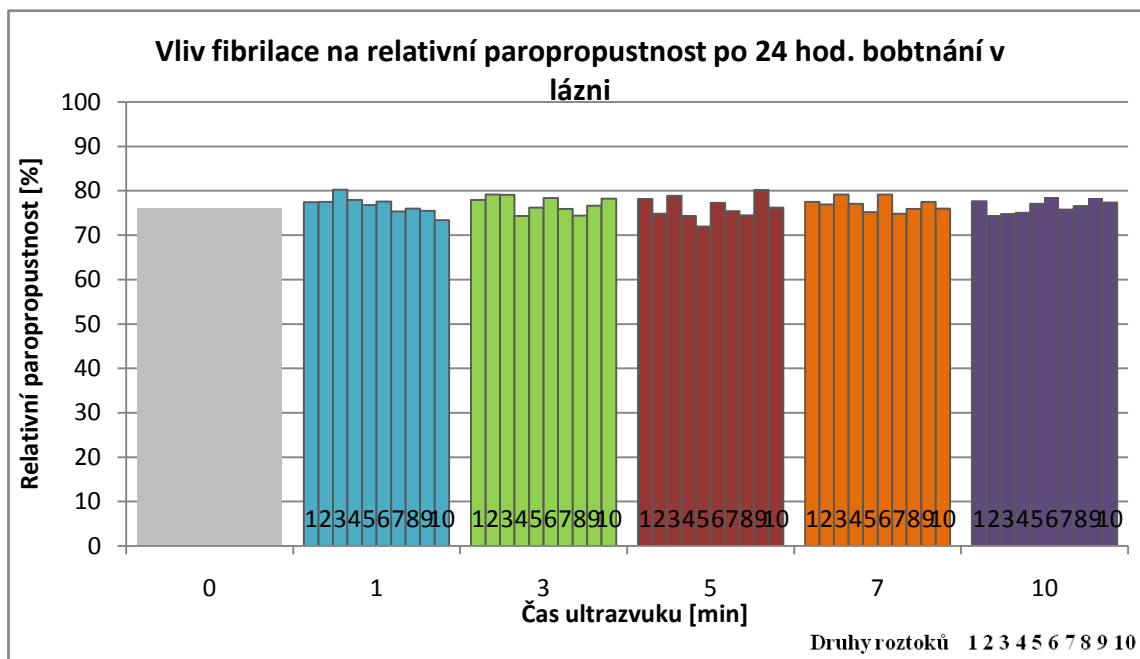


Obr. 42. Grafické znázornění vlivu fibrilace na relativní paropropustnost po 24 hodinách bobtnání v lázni

*Hodnocení vlivu fibrilace na relativní paropropustnost po 10 minutách a 24 hodinách bobtnání se zaměřením na vliv ultrazvuku*



Obr. 43. Grafické znázornění vlivu fibrilace na relativní paropropustnost po 10 min bobtnání v lázni

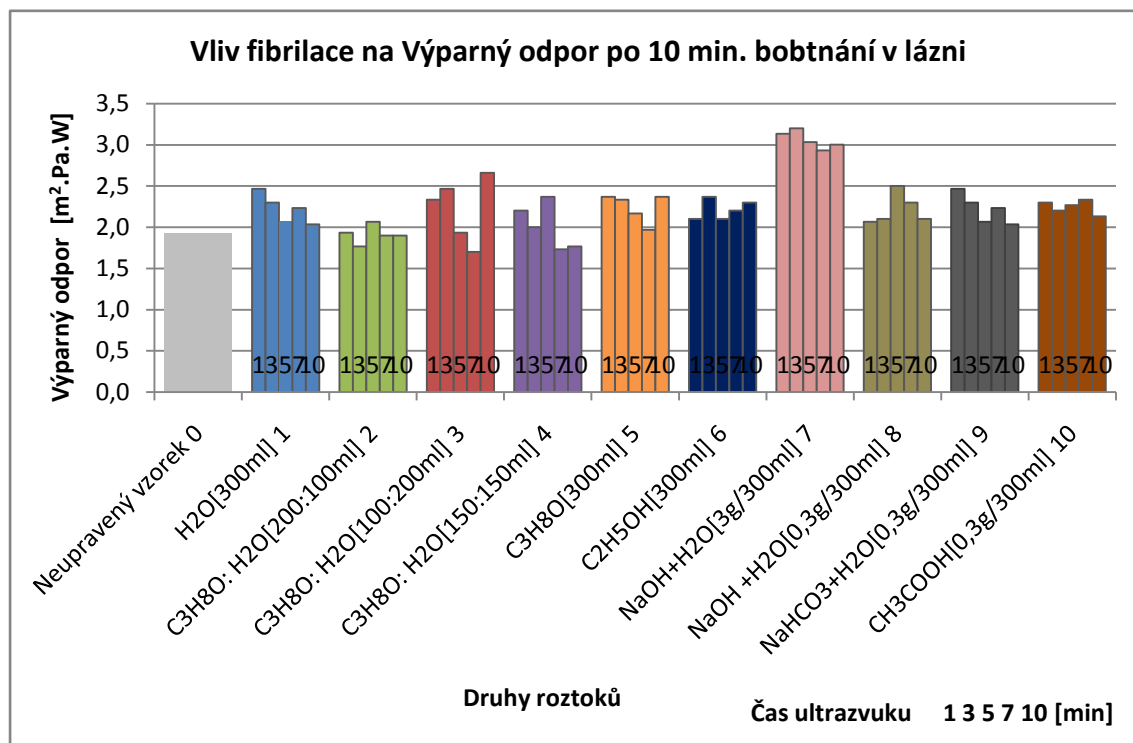


Obr. 44. Grafické znázornění vlivu fibrilace na relativní paropropustnost po 24 hodinách bobtnání v lázni

U obou případů vlivů na materiál jsou výsledné změny relativní paropropustnosti velice nízké. Prostup vodních par neovlivnila chemická předúprava a ani různé časy ultrazvukového vlnění.

### 7.3.2. Výparný odpor

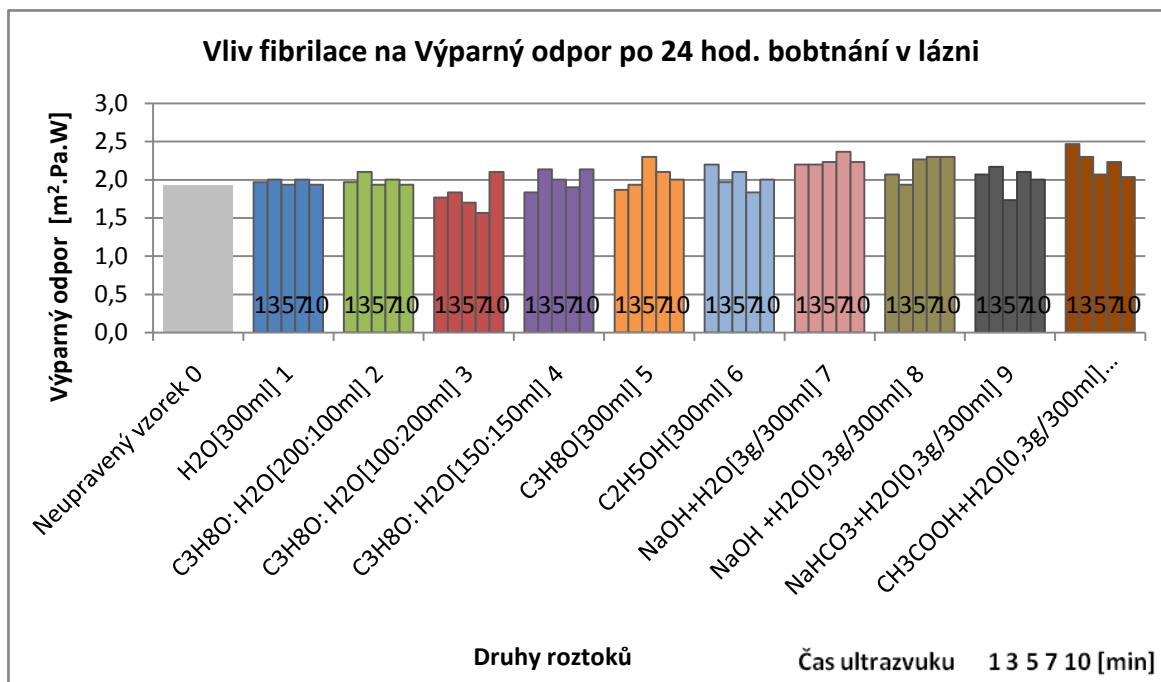
*Hodnocení vlivu fibrilace na výparný odpor po 10 minutách a 24 hodinách bobtnání se zaměřením na vliv předúpravy*



Obr. 45. Grafické znázornění vlivu fibrilace na výparný odpor po 10 min bobtnání v lázni

Propustnost textilií pro vodní páry se nejčastěji hodnotí za pomoci výparného odporu. Platila podmínka čím byl nižší výparný odpor, tím byla propustnost materiálu pro vodní páry vyšší. V případě obrázku 45 razantně stoupla hodnota u vzorku 7. upravena hydroxidem sodným a ve všech časech ultrazvuku. Naopak u vzorku 2 s předúpravou izopropylalkoholem a vodou (2:1) oproti neupravenému lyocelu lehce klesl.

Po delší době ponechání textilií v lázni, nebyl už zaznamenán žádný vysoký nárůst výparného odporu. Z hlediska komfortní klasifikace u všech materiálů byla zachována velmi dobrá propustnost.

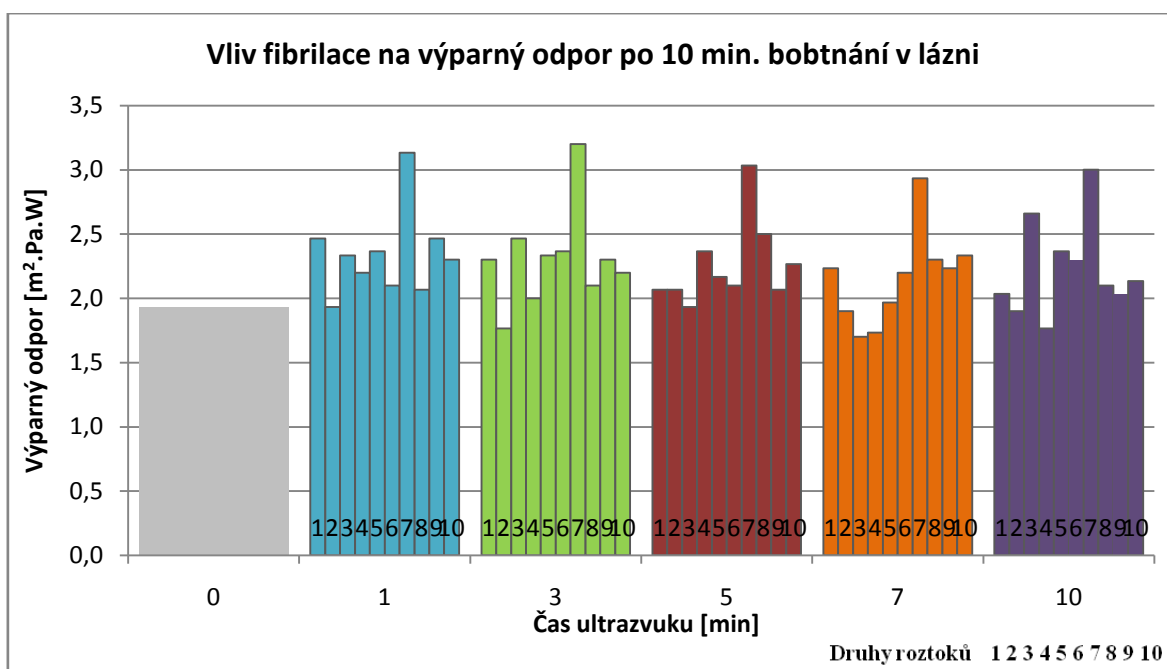


Obr. 46. Grafické znázornění vlivu fibrilace na výparný odpor po 24 hodinách bobtnání v lázni

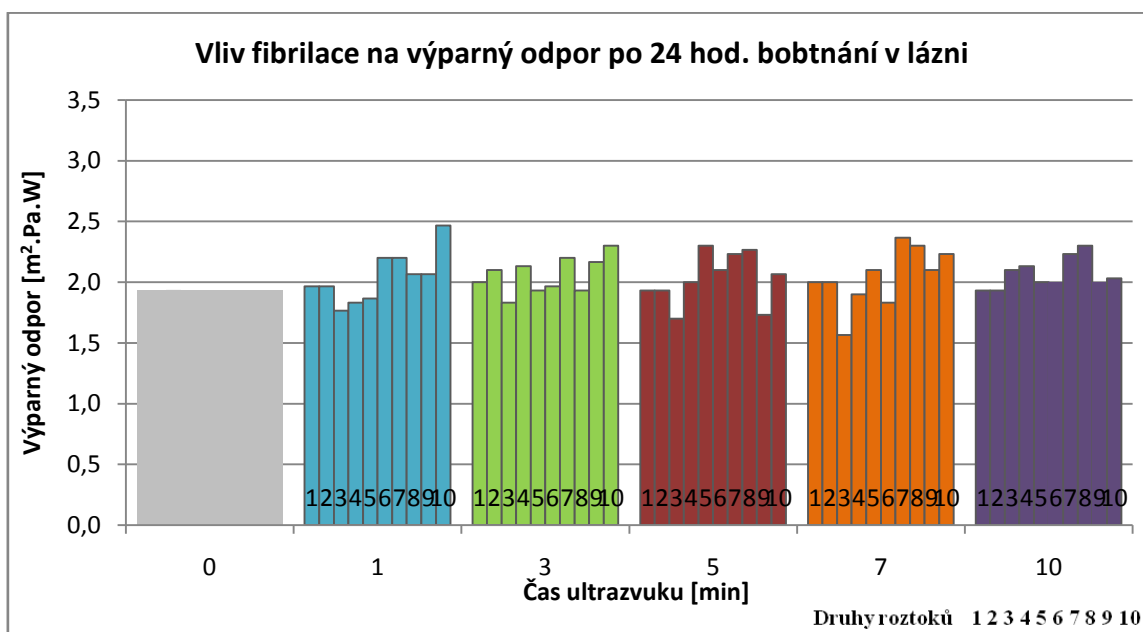
*Hodnocení vlivu fibrilace na výparný odpor po 10 minutách a 24 hodinách bobtnání se zaměřením na vliv ultrazvuku*

Pro docílení vyššího výparného odporu byly postačující první 3 minuty ultrazvuku, kdy v těchto případech nastává nárůst. Po 7 minutách působení ultrazvukového vlnění byla požadovaná vlastnost materiálů srovnána do pozice opět s neupraveným vzorkem.

U obrázku 47. byly patrné minimální změny ve všech časových fázích. Lze shrnout, že na výparný odpor u vzorků upravených chemickou lázní po 10 minutách bobtnání byl vyhodnocen vyšší nárůst než u chemické úpravy ponechané 24 hodin bobtnání.



Obr. 47. Grafické znázornění vlivu fibrilace na výparný odpor po 10 minutách bobtnání v lázni



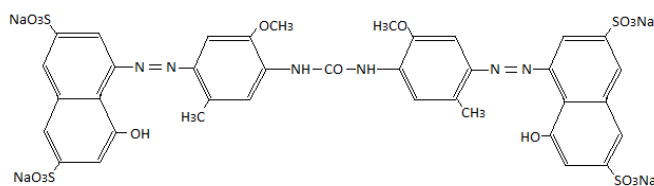
Obr. 48. Grafické znázornění vlivu fibrilace na výparný odpor po 24 hodinách bobtnání v lázni

## 7.4. Hodnocení barevné odchylky

Jedním z cílů experimentální části bylo posouzení ultrazvukového vlnění různých časových intenzit na barvitelnost lyocelového vlákna. Vzorky byly upraveny 10 rozdílnými lázněmi s předúpravou o různých koncentracích a časovém úseku bobtnání 10 minut a 24 hodin. Zkouška obarvení měla dokázat, že tkaniny získávají úpravou vyšší afinitu. Výzkumný postup byl proveden na katedře chemie při laboratorních podmínkách. Nejdříve byla vytvořena lázeň, ve které připravené vzorky byly barveny.

### Barvící lázeň

Poměr lázně	.....	1:50
Saturnová červeň L4B	.....	2%
NaCl – Chlorid sodný	.....	10g/l



Obr. 49. Chemický vzorec Saturnová červeň

Z důvodů velkého množství vzorků byl experiment rozdělen do 3 úseku. Pro každou sérii byla vypočítána celková hmotnost zkušebních vzorků, celkový objem lázně s přepočítaným množstvím barviva a chloridu sodného. Přichystaná lázeň byla vlita do 7 sond. Vzorky před vložení do lázně byly smočeny ve vlažné H<sub>2</sub>O a odždímny. Zašroubované sondy byly vloženy do AHIBA NUANCE ECO, kde byly nastaveny na 50 otáček za minutu při 98°C po dobu 30 minut. Po aplikování všech sérií byly vzorky volně sušeny při laboratorní teplotě a následně upraveny na následné měření.[18]

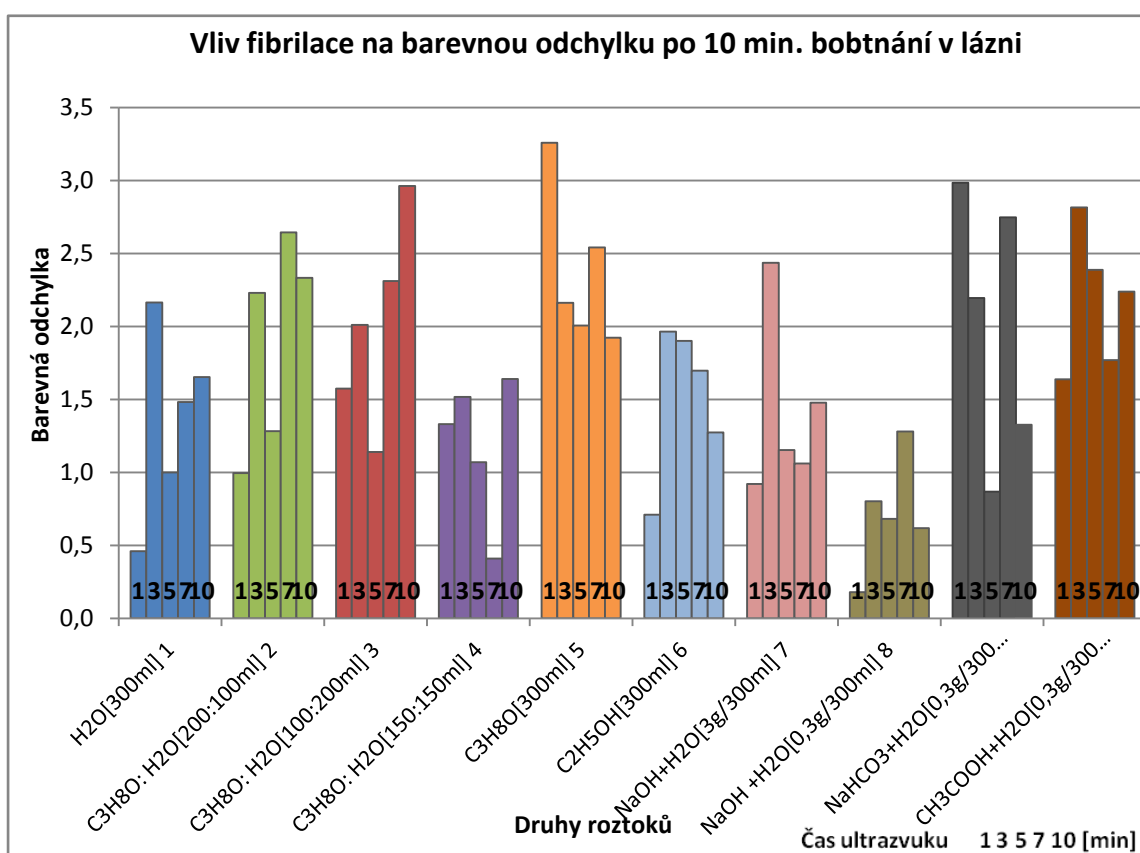
Po vzájemné porovnání přichystaných vzorků bylo nutné změřeni jejich barevné odchylky. Srovnáván byl vždy obarvený vzorek v dané předúpravě bez aplikace ultrazvuku – neboli vzorek standard a obarvený vzorek s totožnou předúpravou, ale ovlivněn ultrazvukovým homogenizátorem o rozdílných časových úsecích. Měření bylo provedeno

spektrofotometrem na katedře chemie. Výsledné hodnoty byly průměrovány ze 4 měřených míst ve vyznačeném kruhovém prostoru, kde působilo ultrazvukové vlnění na tkanině a nadále zpracovány v softwaru. Naměřené hodnoty byly získány z přednastavené počítačové sestavy, která byla v laboratoři využita k hodnocení barevné odchylky. Pro vyhodnocení závěrečných výsledků byl použit vzorec.

Hodnoty pro zpracování barevné odchylky jsou umístěny v příloze č. 4.

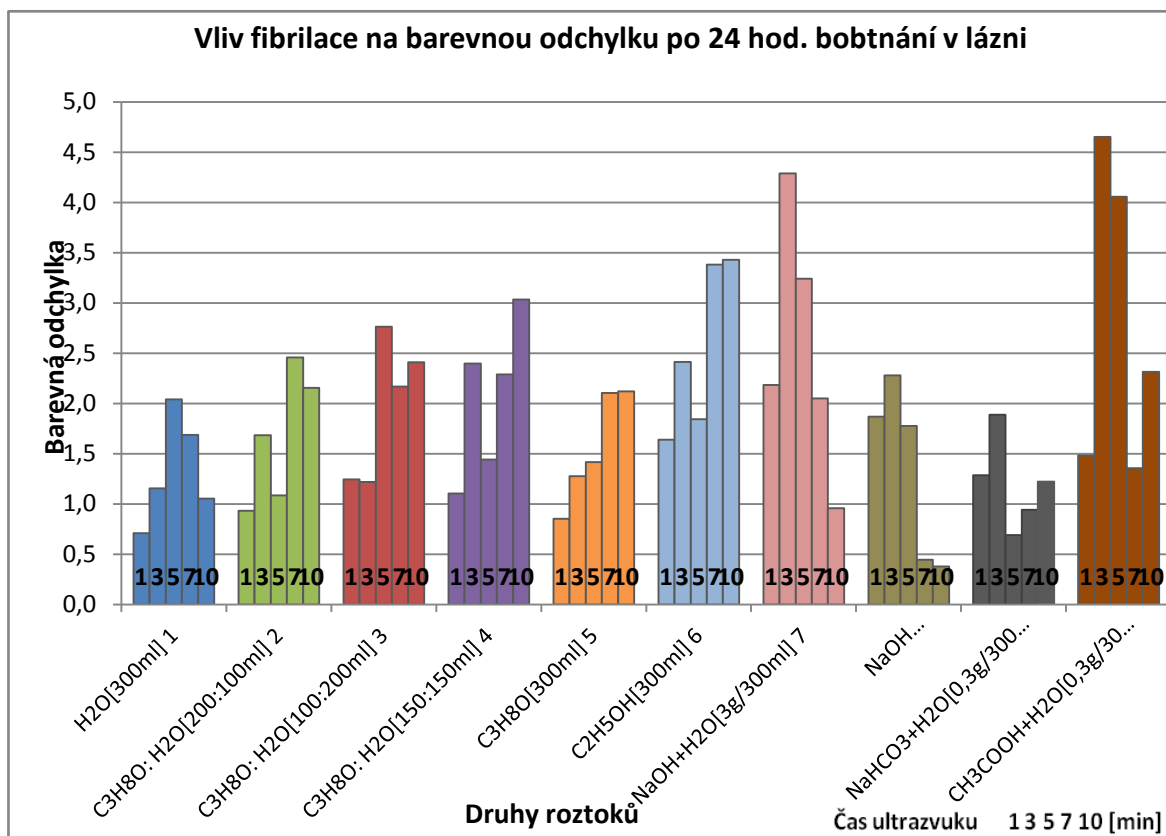
$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

*Hodnocení vlivu fibrilace na barevnou odchylku po 10 minutách a 24 hodinách bobtnání se zaměřením na vliv předúpravy*



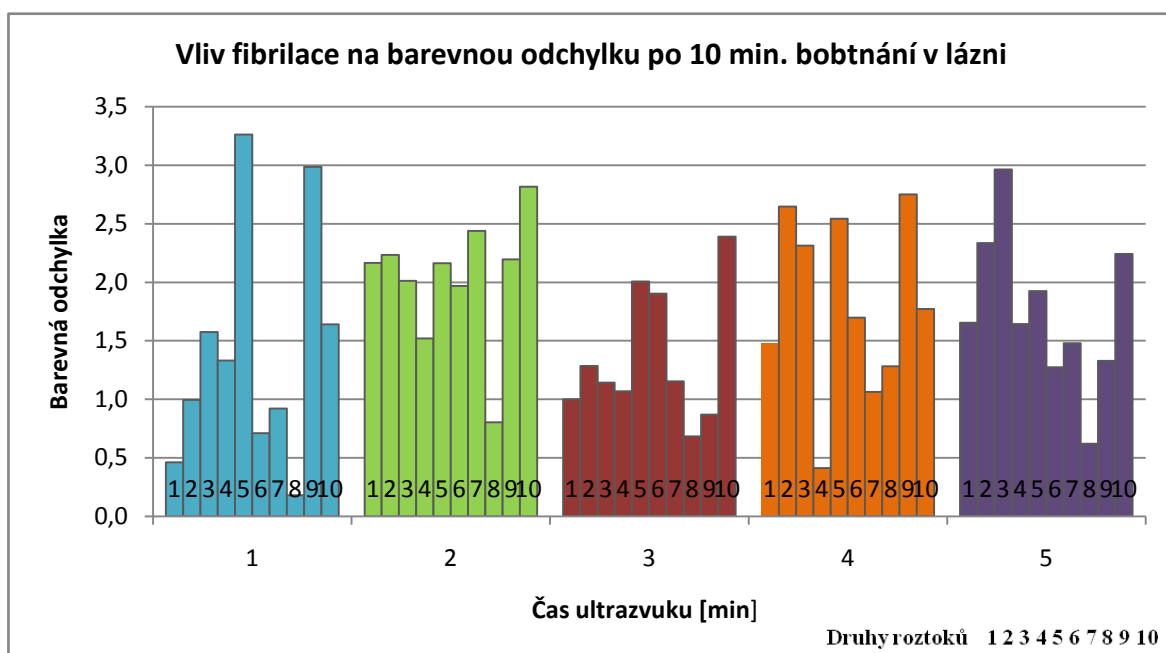
Obr. 50. Grafické znázornění vlivu fibrilace na barevnou odchylku po 10 minutách. bobtnání v lázni

Nejnižší barevnou odchylku vykazuje úprava s destilovanou vodou vzorek č. 1, ale také materiál s nižší hodnotou, vzorek č. 8 ovlivněn zásadou s vodou (0,3g/300ml). Nejhuře dopadl vzorek ovlivněn kyselinou octovou a vodou (0,3g/300ml) a materiál upraven čistým izopropylalkoholem.



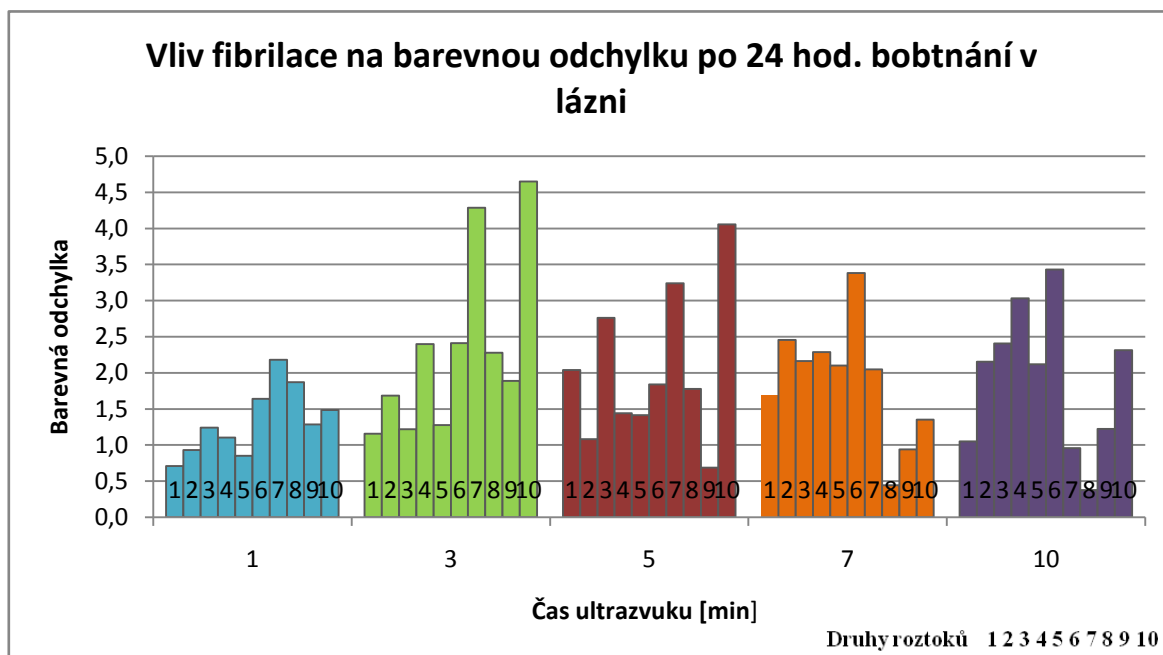
Obr. 51. Grafické znázornění vlivu fibrilace na barevnou odchylku po 24 hod. bobtnání v lázni

*Hodnocení vlivu fibrilace na barevnou odchylku po 10 minutách a 24 hodinách bobtnání se zaměřením na vliv ultrazvuku*



Obr. 52. Grafické znázornění vlivu fibrilace na barevnou odchylku po 10 min. bobtnání v lázni





Obr. 53. Grafické znázornění vlivu fibrilace na barevnou odchylku po 24 hod. bobtnání v lázni

Barevná odchylka byla různorodých výsledků, ale po vyhodnocení byl stanoven pouze pozitivní jev u 1 minuty ultrazvukového vlnění působící na materiál. Také byly zjištěny negativní hodnoty při delší době působení v lázních.

## 7.5. Hodnocení pevnosti

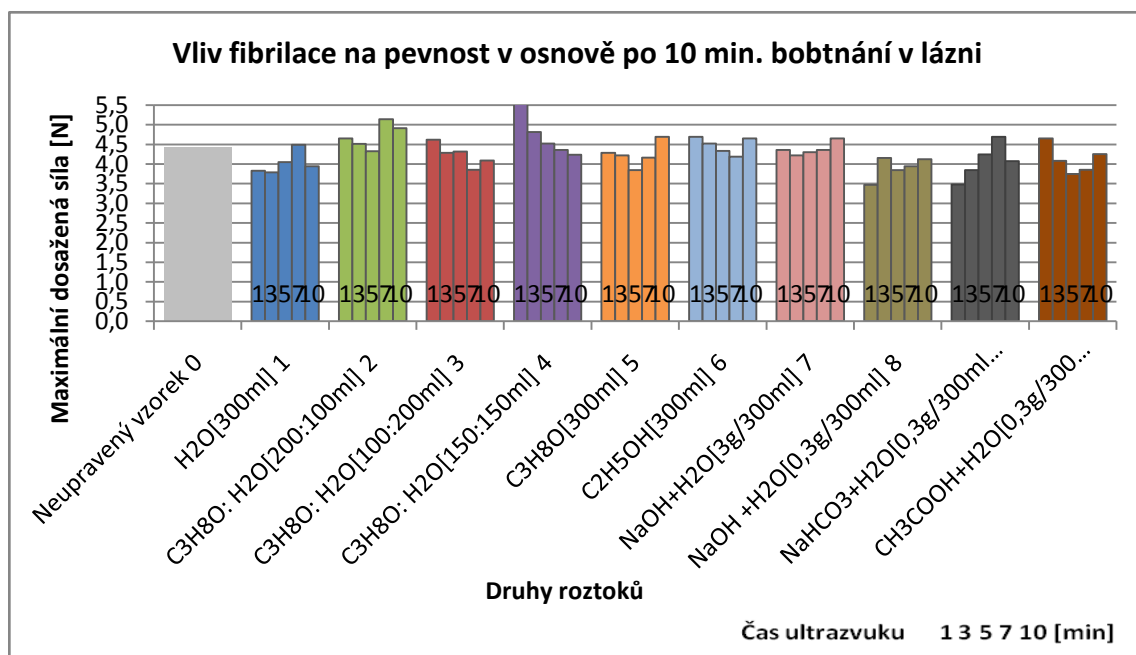
Zkouška byla provedena na trhačím přístroji TiraTest 2300 s doprovodným programem LabTest. Pevnost patří mezi podstatné vlastnosti textilií, která byla realizována působením síly  $F$  v Newtonech [N] k docílení přetrhu měřeného vzorku. Důležitým faktorem pro záznam je právě okamžik přetržení. K destrukci materiálu dochází vždy v nejslabším místě vzorku. Parametry určující pevnost byly rozměr upínací délky, rychlost horní a dolní čelisti přístroje a samotná pevnost testovaného materiálu.

V průběhu procesu provedení zkoušky byla zjištěna nedostatečná délka upravené textilie pro stanovení pevnosti v ploše. Z toho důvodu bylo z každého vzorku vybráno 10 osnovní a 10 útkových příze, které byly upraveny ultrazvukovým vlněním. Do prostoru upínací délky bylo vždy vybráno označené místo ovlivněné ultrazvukovým homogenizátorem.[19,20]

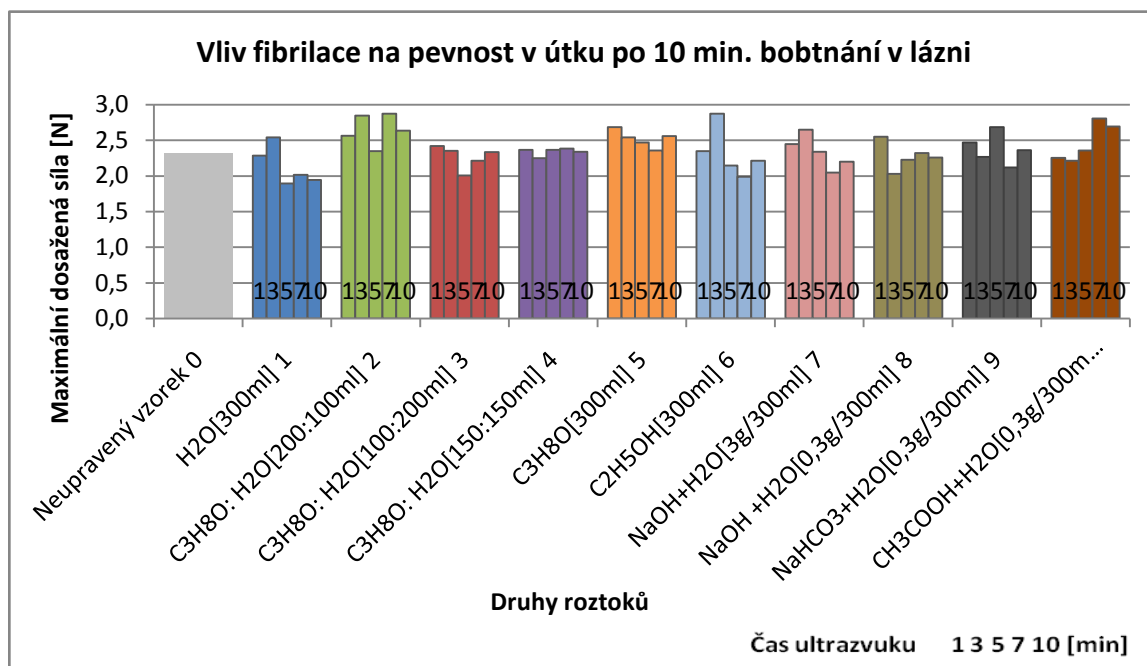
Nastavené parametry:

Upínací délka  $l_0 = 20$  mm , Počet měření  $n = 10$  , Rychlost posuvu čelistí: 100 mm/min

*Hodnocení vlivu fibrilace na pevnost v osnově a v útku po 10 minutách a 24 hodinách bobtnání se zaměřením na vliv předúpravy*

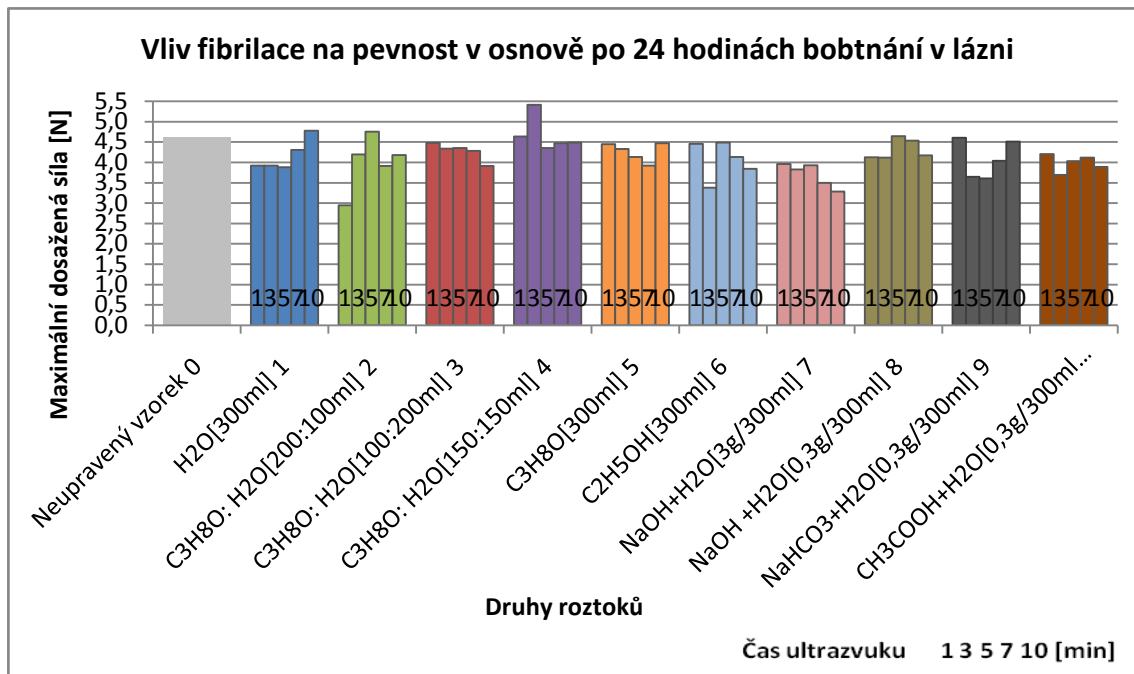


Obr. 54. Grafické znázornění vlivu fibrilace na pevnost v osnově po 10 minutách bobtnání v lázni

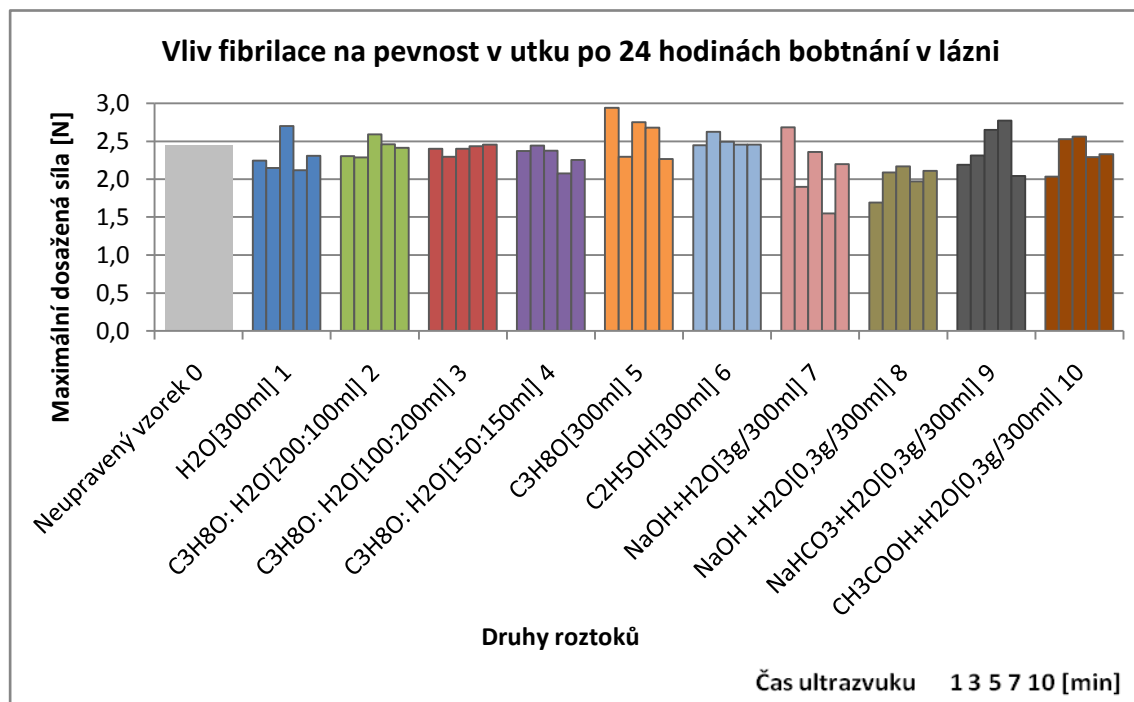


Obr.55. Grafické znázornění vlivu fibrilace na pevnost v útku po 10 minutách bobtnání v lázni

Z obrázků lze pozorovat dosažené síly pro přetrh pro osnovu i pro útek. Získané data dosahovaly nižších hodnot než u neupraveného vzorku. Nejlépe hodnoceným byl vzorek č.4 a 2 upravený isoprylalkoholem a destilovanou vodou (1:1,2:1), ovšem u ostatních byla zjištěna vlivem chemické úpravy dosažená nižší pevnosti.



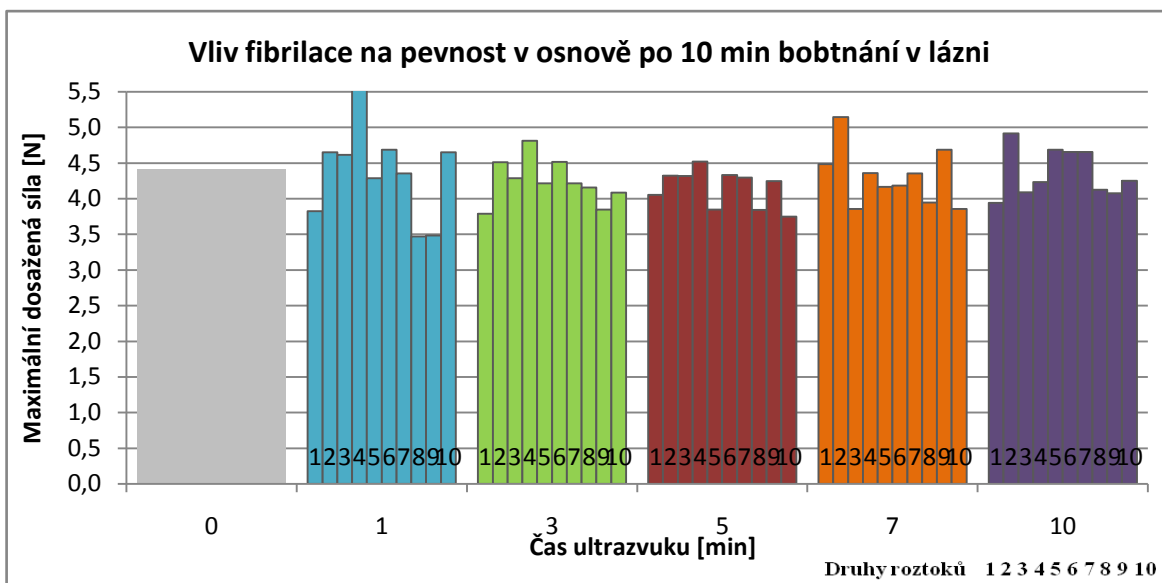
Obr. 56. Grafické znázornění vlivu fibrilace na pevnost v osnově po 24 hod. bobtnání v lázni



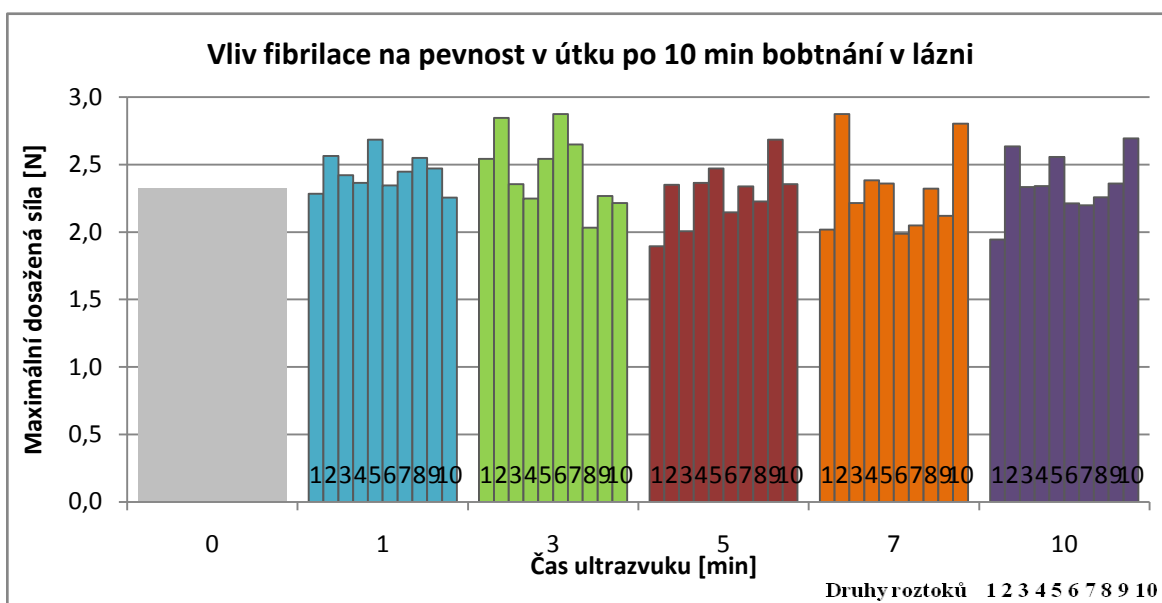
Obr. 57. grafické znázornění vlivu fibrilace na pevnost v útku po 24 hod. bobtnání v lázni

Při prodloužené délce bobtnání na 24 hodin bylo prokázáno další snížení dosáhnuté síl. Pouze opět u jediného vzorku 4 byla zachována obdobná pevnost. V celkovém shrnutí lze hodnotit, že všechny použité zásady vykazují výrazně sníženou pevnost v osnově i v útku.

*Hodnocení vlivu fibrilace na pevnost v osnově a v útku po 10 minutách a 24 hodinách bobtnání se zaměřením na vliv ultrazvuku*

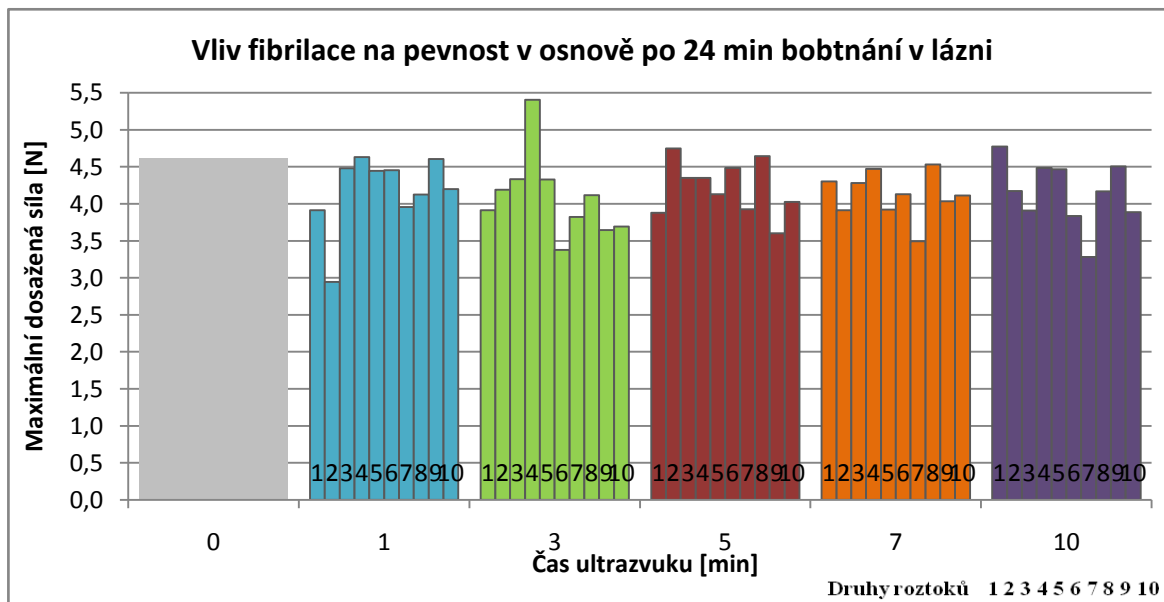


Obr. 58. Grafické znázornění vlivu fibrilace v osnově po 10 minutách bobtnání v lázni



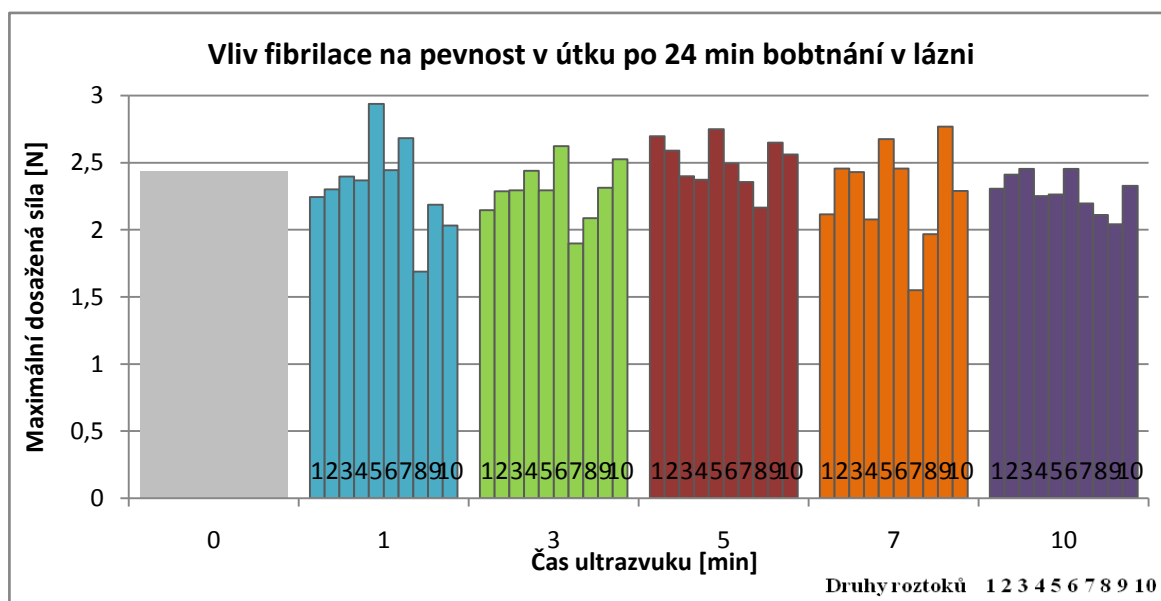
Obr. 59. Grafické znázornění vlivu fibrilace na pevnost v útku po 10 minutách bobtnání v lázni

Při posouzení pevnosti osnovy ovlivněné ultrazvukovým homogenizátorem, byla zjištěna klesající tendence do 5 minut působení ultrazvukového vlnění a od 7 minut opětovný nárůst. V útku byl nalezen nejvhodnější vliv do 3 minut působení ultrazvuku.



Obr. 60. Grafické znázornění vlivu fibrilace na pevnost v osnově po 24 hodinách bobtnání v lázni

U 24 hodinového bobtnání byl pokles pevnosti stanoven již při 1 minutě ultrazvukového vlnění, a v nízké hodnotě také pokračoval ve všech zbylých časech. Nejnižších hodnot dosáhl v osnově i v útku při 7 minutě působení ultrazvuku.



Obr. 61. Grafické znázornění vlivu fibrilace na pevnost v útku po 24 hodinách bobtnání v lázni

## 8. DISKUZE VÝSLEDKŮ

### Elektronová rastrovací mikroskopie

U většiny vzorků bylo docíleno změn ve struktuře tkaniny o jednu až dvě škály od původního neupraveného materiálu. Nejmenší fibrilace byla vytvořena u vzorků upravených v lázních isopropylalkoholu a etanolu. Mezi nejlépe vyhodnocené tkaniny patří tkaniny bobtnající v isopropylalkoholu s destilovanou vodou (1:2) v obou časech působení. Na druhé místo je zařazen vzorek upraven hydroxidem sodným a vodou (0,3g/300ml) a nakonec vzorek upraven jen samotnou destilovanou vodou. V předúpravě má hlavní vliv časový úsek bobtnání a ze zjištěných dat, je nejvhodnější doba působení 24 hodin. Tento jev je přímo ukázán u vzorku 9 a 10, kdy při delší době předúpravy bylo dosaženo větší míry fibrilace. Z hlediska časové doby ultrazvukového vlnění, je vybrán úsek 7 minut pro 10 minutové bobtnání. U vzorku ponechaného v lázni 24 hodin, byl objeven pozitivní vliv již ve 3 minutě.

### Tepelná jímavost

Z výsledků byl vypořádan velký nárůst tepelné jímavosti ve vzorkách upravených v čistých alkoholech, zásadách a kyselinách. Na omak byl nejvíce chladivým materiálem vyhodnocen vzorek č. 5 a č. 6, které byly upraveny isopropylalkoholem a etanolem. Po delší době bobtnání v lázni se zvýšila tepelná jímavost u vzorků č. 9 a č. 10, které byly namočené v hydrogenuhličitanu sodném a kyselině octové. Na omak vynikajících výsledků v časech 10 minut a 24 hodin dosáhly vzorky, které v lázni působily pouze s destilovanou vodou. Vliv ultrazvukového vlnění byl rozhodující, až od sedmé minuty působení.

### Měrná tepelná vodivost

Se zvyšující se tepelnou vodivostí by byl patrný větší úbytek tělesného tepla z textilií. Po laboratorních úpravách se dosáhlo hřejivého omaku u vzorků bobtnajících v destilované vodě u obou časů předúpravy. Pozitivních výsledků bylo zaznamenáno u vzorků ovlivněných isopropylalkoholem s vodou (1:1) i v jejich dalších poměrech (2:1,1:2). Opět negativní hodnoty dosáhl materiál upravený etanolem, čistým

isopropylalkoholem a hydroxidem sodným (3g/300ml). Nejlépe stanovený čas ultrazvukového vlnění je v 5. a 7. minutě.

#### Relativní paropropustnost

Při hodnocení fibrilace na relativní paropropustnost nebyl zjištěn žádný vliv ve všech směrech měření. Prostupnost vodních par u upravených vzorků je pouze mírně odchýlena od neupraveného materiálu.

#### Výparný odpor

Dosáhnutí nižšího výparného odporu než, který je uveden u neupraveného vzorku, se podařilo pouze u materiálu č. 3. ovlivněného isopropylalkoholem s vodou (1:2) a ponechání delší době v úpravě. Celkově v pozitivních číslech jsou vyhodnoceny tkaniny upraveny destilovanou vodou a alkoholy v různých poměrech. Nejhorší hodnocený v této vlastnosti byl hydroxid sodný (3g/300ml). Působením ultrazvuku byly zvyšovány hodnoty do 3. minuty a od 5 minuty hodnoty klesaly.

#### Barevná odchylka

Posouzení barevné odchylky u upravených materiálů bylo velice obtížné. V této vlastnosti byl nejlépe vyhodnocen vzorek č. 8, hydroxid sodný a voda (0,3g/300ml) pro kategorii bobtnání do 10 minut. A pro ponechání 24 hodin působení v předúpravě byl nejlépe určen vzorek č. 9. hydrogenuhličitan sodný a voda (0,3g/300ml). Zajímavým zjištěním byl opět vzorek ovlivněný destilovanou vodou, který v obou případech bobtnání vykazoval malou odchylku. Nejvhodnější působení ultrazvukového vlnění bylo pouze při 1. minutě.

#### Pevnost

Pro zjištění pevnosti byla zkouška nutná rozdělit na měření pevnosti v osnově a v útku u připravených vzorků. Pro vyhodnocení se odvozovalo z vynaložené síly pro destrukci příze. Nejlepších výsledků v osnově i v útku vykazoval vzorek č. 4 a úpraven isopropylalkoholem a vodou (1:1). Tento materiál získal kladné výsledky i při prodloužené době bobtnání v lázni. V porovnání s neupraveným vzorkem měl nižší hodnoty pro přetrh vzorek ovlivněný destilovanou vodou při 10 minutovém i 24 hodinovém bobtnání. Horší pevnost byla stanovena u vzorků máčených v lázních se zásadami a vodou. V celkovém

souhrnu lze konstatovat, že vliv úprav na pevnost byla negativní, avšak změny proběhly jen v malém rozsahu.

PROVEDENÉ ZKOUŠKY	Druhy roztoků										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
El.mikroskopie	4,0	2,2	2,4	2,2	2,6	3,6	3,0	2,6	2,0	2,6	2,4
Tepelná jímavost	159,200	148,040	182,680	196,160	160,720	237,960	237,640	191,960	194,160	212,240	208,000
Měrná tepelná vodivost	0,040	0,039	0,043	0,041	0,038	0,056	0,057	0,054	0,049	0,042	0,041
Paropropustnost	76,000	76,673	77,660	73,107	75,267	75,280	75,613	69,207	76,200	76,713	75,273
Výparný odpor	1,930	2,220	1,913	2,219	2,013	2,240	2,213	3,060	2,213	2,220	2,247
Barevná odchylka		1,352	1,898	2,001	1,194	2,379	1,510	1,411	0,712	2,025	2,171
Pevnost osnovy	4,416	4,018	4,708	4,232	4,707	4,240	4,474	4,375	3,907	4,067	4,118
Pevnost útku	2,324	2,136	2,653	2,266	2,341	2,522	2,313	2,335	2,277	2,371	2,464

Tab. 4. Celkové výsledky měření po 10 minutách bobtnání v lázni zaměřeno na druhy roztoků

PROVEDENÉ ZKOUŠKY	Druhy roztoků										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
El.mikroskopie	4	2,6	2,8	1,0	2,6	3,4	3,4	2,8	2,8	1,4	1,6
Tepelná jímavost	159,2000	131,1240	183,9600	170,1440	169,2400	209,4800	235,9600	245,2000	192,8400	246,2800	248,9200
Měrná tepelná vodivost	0,0403	0,0378	0,0408	0,0393	0,0381	0,0481	0,0551	0,0544	0,0475	0,0498	0,0548
Paropropustnost	76,0000	77,7200	76,5467	78,4267	75,7333	75,4467	78,1867	75,4600	75,4733	77,5800	76,2133
Výparný odpor	1,9300	1,9667	1,9900	1,7933	2,0000	2,0400	2,0200	2,2467	2,1733	2,0133	2,2200
Barevná odchylka		1,3302	1,6619	1,9597	2,0534	1,5533	2,5414	2,5436	1,3492	1,2051	2,7719
Pevnost osnovy	4,6107	4,1562	3,9938	4,2702	4,6692	4,2586	4,0570	3,6957	4,3169	4,0787	3,9828
Pevnost útku	2,4400	2,3029	2,4100	2,3958	2,3026	2,5849	2,4953	2,1371	2,0043	2,3922	2,3483

Tab. 5. Celkové výsledky měření po 24 hodinách bobtnání v lázni zaměřeno na druhy roztoků

PROVEDENÉ ZKOUŠKY	Čas ultrazvuku					
	0	1	3	5	7	10
El.mikroskopie	4,0	2,9	2,7	2,7	2,1	2,4
Tepelná jímavost	159,2000	208,8200	203,3000	201,5200	174,6800	196,4600
Měrná tepelná vodivost	0,0403	0,0467	0,0461	0,0456	0,0457	0,0461
Paropropustnost	76,0000	74,3667	74,5467	75,2430	76,3700	74,8167
Výparný odpor	1,9300	2,3367	2,3033	2,2567	2,1533	2,2293
Barevná odchylka		1,4056	2,0307	1,3494	1,7953	1,7454
Pevnost osnovy	4,4164	4,3680	4,2591	4,1762	4,3130	4,3668
Pevnost útku	2,3240	2,4384	2,4564	2,2835	2,3130	2,3533

Tab. 6. Celkové výsledky měření po 10 minutách bobtnání v lázni zaměřeno na čas ultrazvuku

PROVEDENÉ ZKOUŠKY	Čas ultrazvuku					
	0	1	3	5	7	10
El.mikroskopie	4	2,8	2,3	2,7	2,4	2,3
Tepelná jímavost	159,2000	212,8600	216,0000	213,8600	197,3500	177,4840
Měrná tepelná vodivost	0,0403	0,0469	0,0471	0,0479	0,0463	0,0446
Paropropustnost	76,0000	76,7600	77,0100	76,1567	76,9233	76,5433
Výparný odpor	1,9300	2,0400	2,0467	2,0267	2,0400	2,0667
Barevná odchylka		1,3300	2,3252	2,0350	1,8875	1,9073
Pevnost osnovy	4,6107	4,2148	4,1308	4,2499	4,1635	4,1908
Pevnost útku	2,4400	2,3395	2,3047	2,4984	2,2940	2,2967

Tab. 7. Celkové výsledky měření po 24 hodinách bobtnání v lázni zaměřeno na čas ultrazvuku



## 9. ZÁVĚR

Výsledky zkoumání potvrdily, že vlivem úprav a působením ultrazvukového homogenizátoru se mění míra fibrilace na povrchu vláken. Při posouzení významnosti vlivů úprav bylo odvozeno, že délka ultrazvukového vlnění modifikující materiál byla rozhodující až v sedmé minutě působení. Doporučeným druhem lázně předúpravy byla zvolena čistá destilovaná voda, která byla nejlépe vyhodnocena ve většině měření. V oblasti délky bobtnání materiálu v lázni byla fibrilace nejvhodněji vytvořena až po 24 hodinách.

Pokud posoudíme jednotlivé materiály ovlivněné typem lázni, dobou bobtnání a ultrazvukovým vlněním na výsledné hodnoty vlastností. Bylo zjištěno, že vzorky upravené kyselinou octovou dosáhly neočekávaně velkou míru fibrilace především při delší době bobtnání, ale zároveň byl odhalen negativní dopad na zbylých vlastnostech. Materiály ovlivněné zásadami o různých koncentracích (0,3g, 3g) měly nárůst v tepelné jímavosti, a také byly prokázány záporné výsledky v pevnosti osnovy a útku. Dosažená fibrilace vykazovala průměrné hodnoty. U čistých alkoholů byly určeny nejhorší výsledky u všech měřených vlastností, a proto by neměl být tento druh lázni aplikován pro budoucí experimenty. V lázních obsahující poměry isopropylalkoholu a destilované vody (2:1;1:2;1:1) byla zjištěna pozitivní fibrilace v 10 minutovém i 24 hodinovém bobtnání. U těchto materiálů byl vyvolán pouze nežádoucí chladivý omak, ale u zbylých vlastností byly vykázány kladné výsledky. U předúpravy, která obsahovala pouze destilovanou vodu, byly naměřeny průměrné hodnoty fibrilace. Zbylé vlastnosti byly oproti ostatním upraveným materiálům výrazně lepší, takže by takto připravené lázně měly být dále zkoumány.

Z celkového experimentu pro dosažení fibrilace byl nejlépe vyhodnocen vzorek č. 3 upravený isopropylalkoholem a destilovanou vodou (1:2), který při 24 hodinách bobtnání dosáhl v každé minutě měření ultrazvukem nejvyšší míru fibrilace. Z hlediska vlastností splňuje podmínky použitelné v praxi.

Pro zachování smyslu ekologicky šetrného vlákna, by bylo vhodné doporučit pro výrobu předúpravu pouze s destilovanou vodou při ponechání 10 minut bobtnání a působení 10 minut ultrazvukovým homogenizátorem. U těchto parametrů materiál

vykazoval příznivý jev fibril, omakem působil hřejivěji i při zachování vhodné propustnosti vodních par.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Lyocelové vlákno [online] [cit. 7.8.2012] Dostupné na:  
<http://www.lenzing.com>
- [2] Militký, J.: *Textilní vlákna*. Liberec, 2002. 238 s. ISBN 80-7083-644-X
- [3] New lyocell fiber with copper, Man-Made Fiber, 2009, October
- [4] Kazdová, P.: Diplomová práce, Využití ultrazvuku v textilním zušlechťování, Technická univerzita v Liberci 2007
- [5] Švehla, Š., Figura, Z.: *Ultrazvuk v technologii*, ALFA Bratislava 1984
- [6] Štengl, V., Šubrt, J.: Výkonový ultrazvuk a jeho aplikace, chemické listy 98, 2004
- [7] Ultrazvuk [online] [cit. 10.9.2012] Dostupné na:  
[http://is.muni.cz/th/128313/lf\\_d/KBrabec\\_PhD\\_Manuscript.pdf](http://is.muni.cz/th/128313/lf_d/KBrabec_PhD_Manuscript.pdf)
- [8] Leighton, T.G: *The Acoustic Bubble*, Academic Press. 613 s. ISBN 0-12-441920-8
- [9] HES, Luboš; SLUKA Petr. *Úvod do komfortu textilií* Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita, 2005. 109 s. ISBN: 80-7083-926-0.
- [10] Ultrazvukový homogenizátor [online] [cit.12.11.2012] Dostupné na:  
<http://www.vitrum.cz/>
- [11] Vitrum, Bandelin: Ultrazvukový homogenizátor Sonopuls – Návod
- [12] Elektronový mikroskop [online] [cit.24.08.2012] Dostupné na:  
<http://www.isibrno.cz/lem/tescan.html>
- [13] Rastrovací elektronový mikroskop [online] [cit.25.08.2012] Dostupné na:  
<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/?q=cs/rem>
- [14] Datacolor [online] [cit. 18.12.2012] Dostupné na:  
<http://www.limex-technik.cz/Datacolor.html>
- [15] Wiener, J., Průšová, M, Kryštůfek, J.: *Chemicko-Textilní rozbor*y, Technická univerzita v Liberci, 2008
- [16] Kryštůfek, J., Odvárka, J., Prášil, M., Wiener, J., Machaňová, D.: *Zušlechťování textilií*, Technická univerzita v Liberci 2002
- [17] TUL, Katedra textilních materiál [online] [cit.5.12.2012] Dostupné na:  
<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/VlastnostiVlaken-navody.pdf>

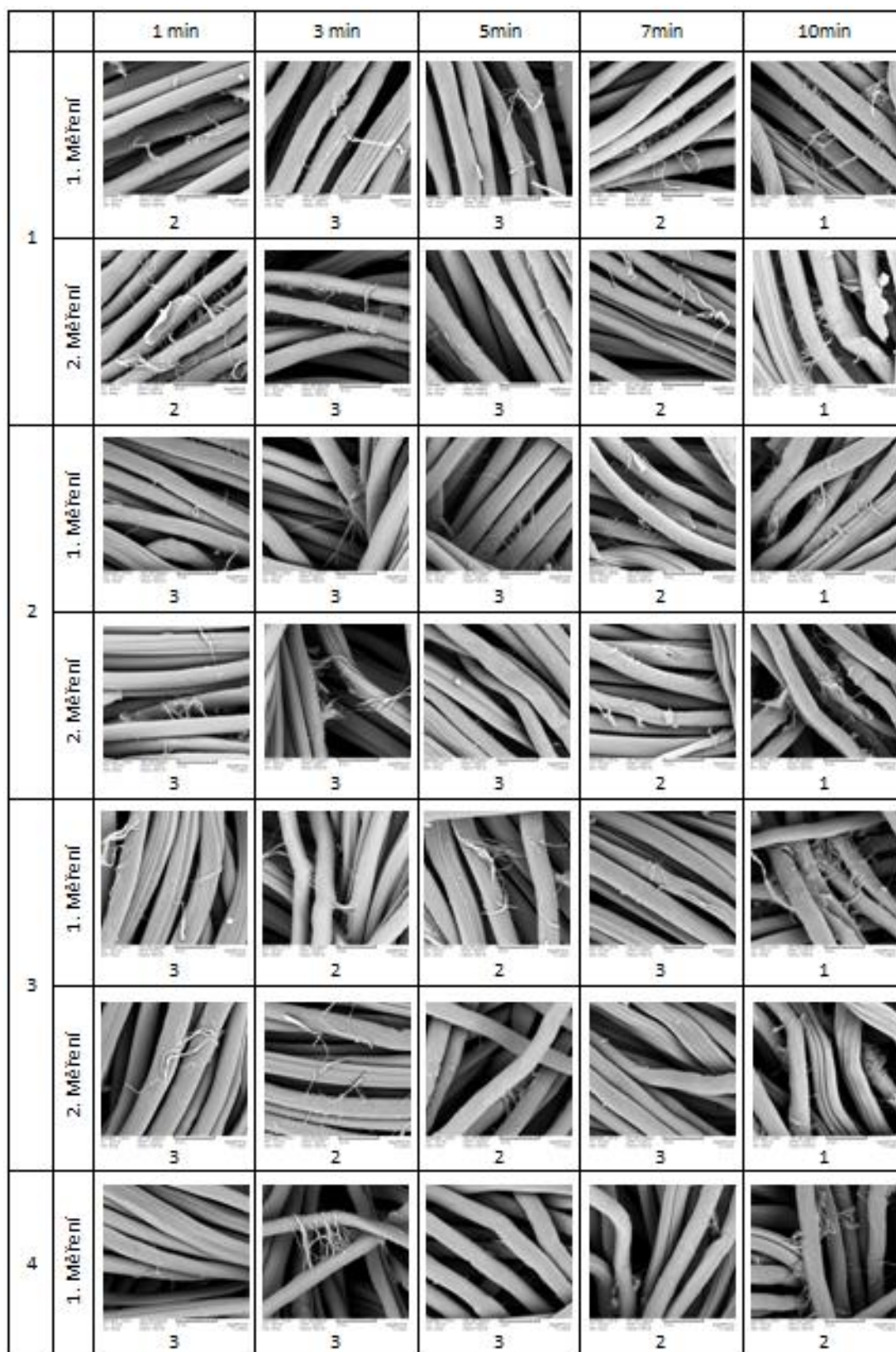
- [18] Vik.M: Měření Barevnosti a Vzhledu - Barevné Odchyly [online] [cit.4.11.2012]  
Dostupné na: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2003-01-16/08-32-40.pdf>
- [19] TUL, Katedra textilních material [online] [cit.4.11.2012] Dostupné na:  
KTM<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/ZKT2dil.pdf>
- [20] TUL, Katedra textilních material [online] [cit.4.11.2012] Dostupné na:  
<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/ZKT2dil.pdf>
- [21] TUL, Katedra textilních material [online] [cit.5.11.2012] Dostupné na:  
<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/TextilniZkusebnictvi.pdf>





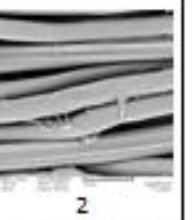
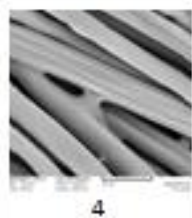

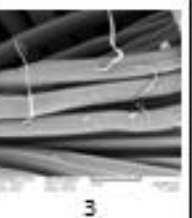
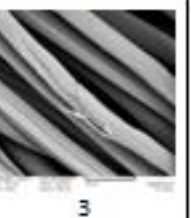
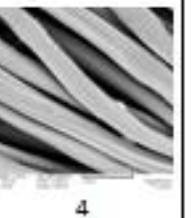
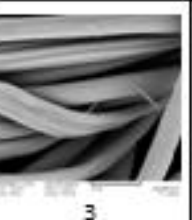
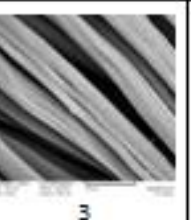
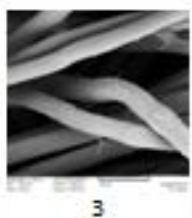

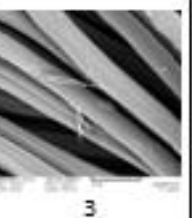
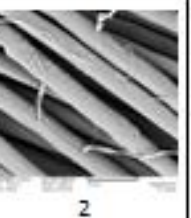
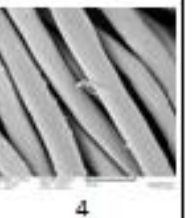
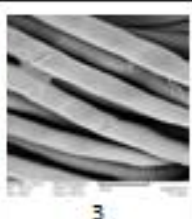

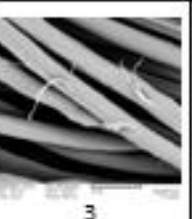
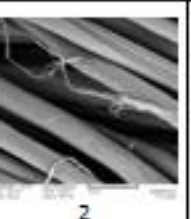
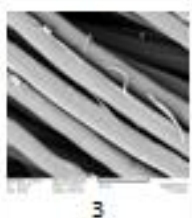


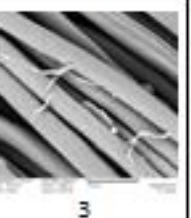
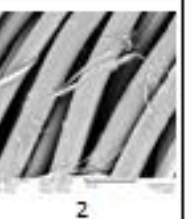
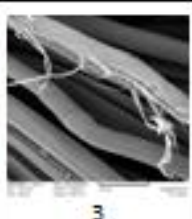

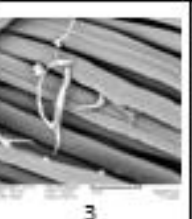
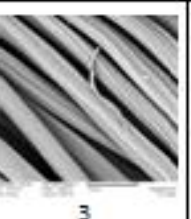

## SEZNAM PŘÍLOH

<b>Příloha 1</b>	<b>Měření elektronové mikroskopie</b>
<b>Příloha 2</b>	<b>Měření tepelného komfortu</b>
<b>Příloha 3</b>	<b>Měření termofyziologického komfortu</b>
<b>Příloha 4</b>	<b>Měření barevné odchylky</b>

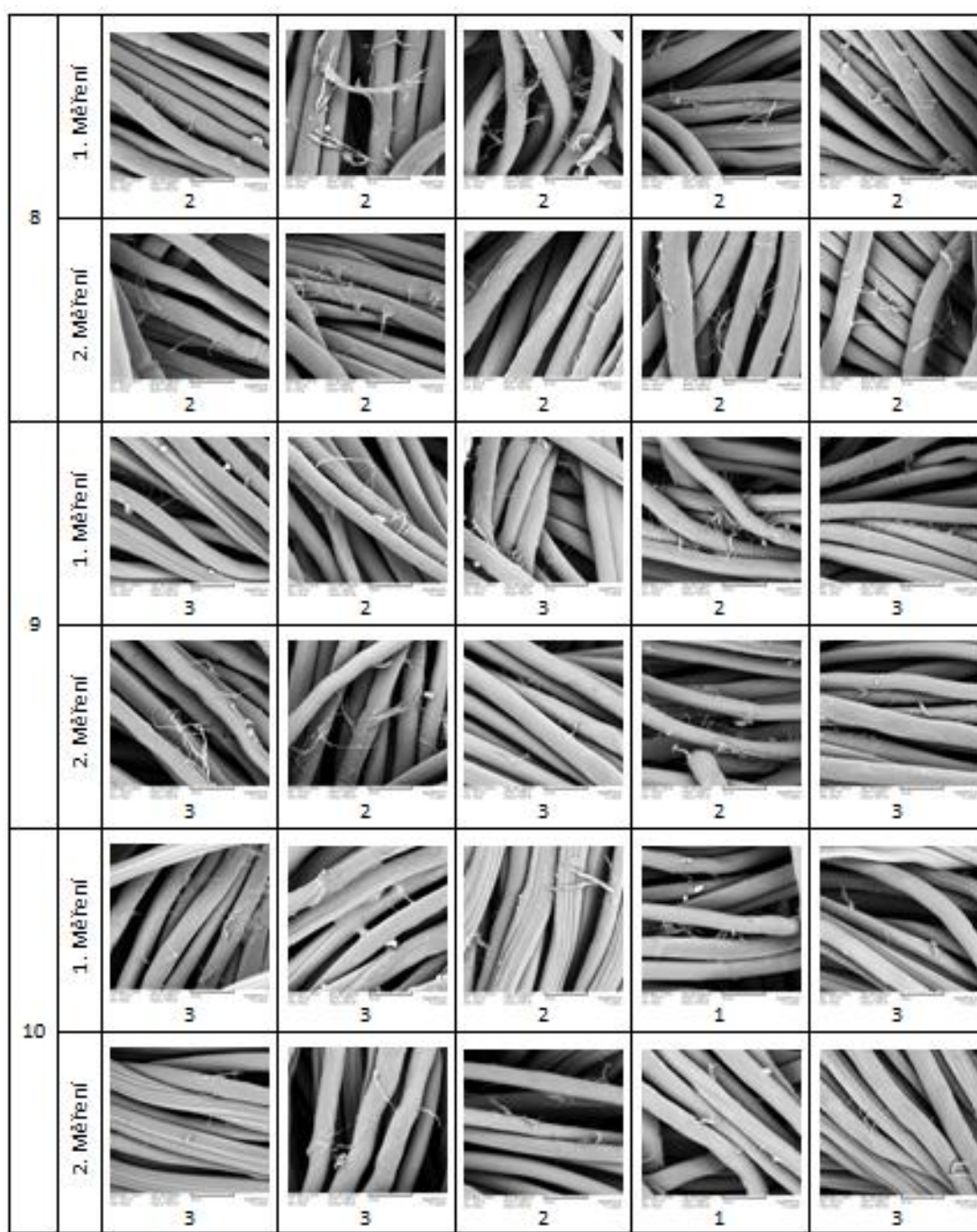
## Příloha 1 Elektronová mikroskopie

*Hodnocení fibrilace po 10 minutách bobtnání v lázni*








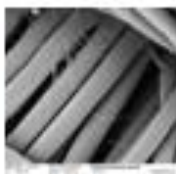


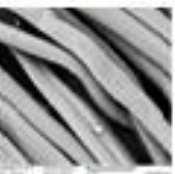

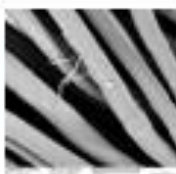













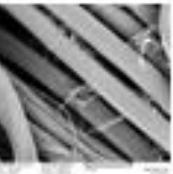






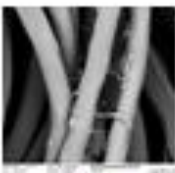
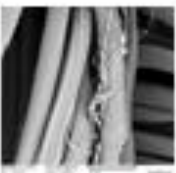


	2. Měření	 3	 3	 3	 2	 2
	1. Měření	 4	 4	 3	 3	 4
5	2. Měření			 3	 3	
6	1. Měření	 3	 3	 3	 2	 4
	2. Měření	 3	 3	 3	 2	
7	1. Měření	 3	 2	 3	 3	 2
	2. Měření	 3	 2	 3	 3	 2





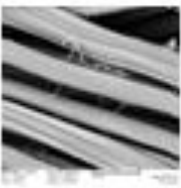

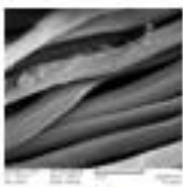
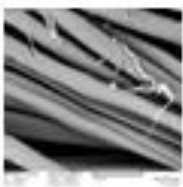
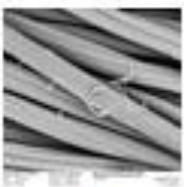

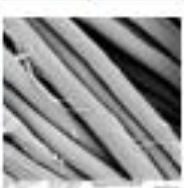
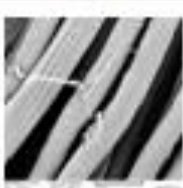
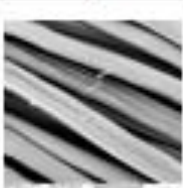

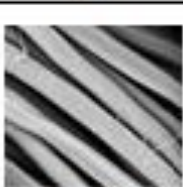


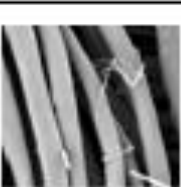
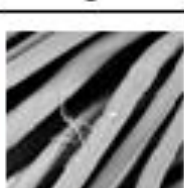
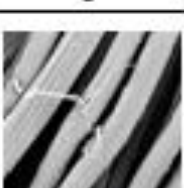




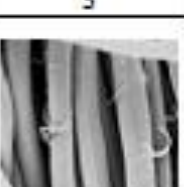
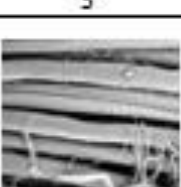
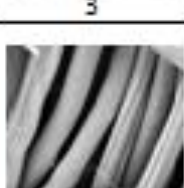
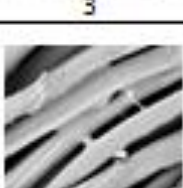
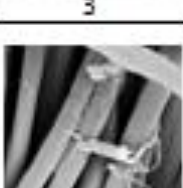
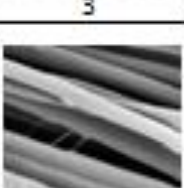
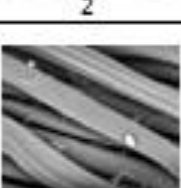


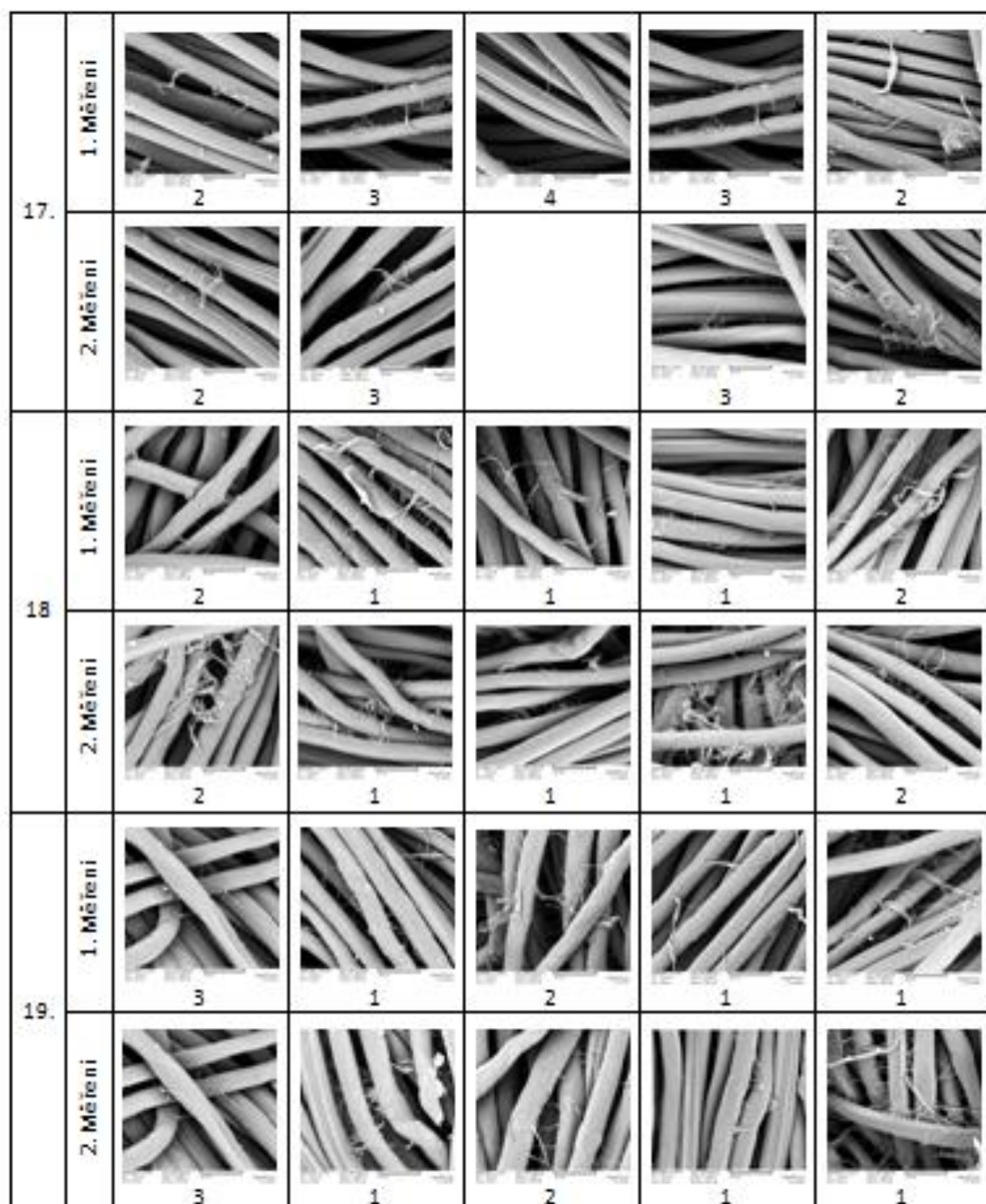




*Hodnocení fibrilace po 24 hodinách bobtnání v lázni*

		1 min	3 min	5 min	7 min	10 min
10.	1. Měření	 3	 2	 2	 2	 1
	2. Měření	 3	 2	 2	 2	 1
11.	1. Měření	 3	 2	 3	 3	 3
	2. Měření	 3	 2	 3	 3	 3
12.	1. Měření	 1	 1	 1	 1	 1
	2. Měření	 1	 1	 1	 1	 1
13.	1. Měření	 2	 3	 3	 3	 2

	2. Měření					
14.	1. Měření					
	2. Měření					
15.	1. Měření					
	2. Měření					
16.	1. Měření					
	2. Měření					



## Příloha 2 Měření tepelného komfortu

*Tepelná vodivost 10 minut bobtnání v lázni*

čas ultrazvuku [min]		1	3	5	7	10
1. roztok	x	0,039	0,039	0,040	0,036	0,042
	s	0,002	0,001	0,003	0,003	0,003
	CV	6,051	2,964	7,873	8,262	7,797
	MAX	0,041	0,041	0,043	0,037	0,043
	MIN	0,035	0,038	0,036	0,036	0,041
	95% IS	0,041	0,040	0,043	0,039	0,045
	95% IS	0,037	0,038	0,037	0,033	0,039
2. roztok	průměr	0,041	0,043	0,045	0,042	0,044
	s	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001
	CV	2,473	2,963	3,600	4,975	2,606
	MAX	0,043	0,045	0,046	0,044	0,045
	MIN	0,041	0,042	0,042	0,039	0,043
	95% IS	0,042	0,044	0,046	0,044	0,045
	95%IS	0,041	0,042	0,043	0,040	0,043
3. roztok	x	0,043	0,040	0,042	0,041	0,038
	s	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000
	CV	3,078	2,954	2,208	0,718	0,473
	MAX	0,045	0,042	0,043	0,041	0,038
	MIN	0,042	0,039	0,041	0,040	0,038
	95% IS	0,044	0,041	0,043	0,041	0,038
	95% IS	0,042	0,039	0,041	0,040	0,038
4. roztok	x	0,041	0,038	0,038	0,037	0,039
	s	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
	CV	2,177	0,237	0,436	1,155	0,650
	MAX	0,042	0,038	0,038	0,037	0,039
	MIN	0,040	0,038	0,038	0,036	0,039
	95% IS	0,042	0,038	0,038	0,037	0,039
	95% IS	0,040	0,037	0,038	0,036	0,039
5. roztok	x	0,057	0,057	0,055	0,055	0,056
	s	0,002	0,002	0,002	0,001	0,000
	CV	2,844	3,040	3,677	1,536	0,815
	MAX	0,060	0,060	0,059	0,057	0,057
	MIN	0,056	0,055	0,054	0,055	0,056
	95% IS	0,058	0,059	0,057	0,056	0,057
	95% IS	0,055	0,056	0,053	0,055	0,056
6. roztok	x	0,055	0,057	0,056	0,058	0,057
	s	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001
	CV	2,534	1,181	0,754	1,889	1,132
	MAX	0,057	0,058	0,056	0,059	0,058
	MIN	0,054	0,056	0,055	0,056	0,056

	95% IS	0,057	0,057	0,056	0,059	0,057
	95% IS	0,054	0,056	0,056	0,057	0,056
7. roztok	x	0,054	0,053	0,055	0,053	0,054
	s	0,000	0,000	0,002	0,001	0,001
	CV	0,530	0,388	3,132	1,515	2,212
	MAX	0,054	0,054	0,057	0,054	0,055
	MIN	0,054	0,053	0,053	0,052	0,053
	95% IS	0,054	0,055	0,057	0,053	0,055
	95% IS	0,054	0,051	0,054	0,052	0,053
8. roztok	x	0,049	0,048	0,047	0,052	0,051
	s	0,001	0,003	0,001	0,001	0,002
	CV	2,623	5,619	3,152	2,579	3,936
	MAX	0,051	0,052	0,049	0,053	0,053
	MIN	0,048	0,046	0,045	0,050	0,049
	95% IS	0,050	0,051	0,048	0,053	0,053
	95% IS	0,048	0,046	0,046	0,050	0,049
9. roztok	x	0,042	0,043	0,043	0,043	0,038
	s	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	CV	2,553	2,888	2,584	2,202	2,450
	MAX	0,044	0,044	0,044	0,045	0,040
	MIN	0,041	0,041	0,041	0,042	0,037
	95% IS	0,043	0,044	0,044	0,044	0,039
	95% IS	0,041	0,042	0,042	0,042	0,037
10. roztok	x	0,045	0,042	0,036	0,041	0,042
	s	0,001	0,001	0,000	0,002	0,000
	CV	3,085	3,206	0,870	3,823	0,537
	MAX	0,047	0,045	0,036	0,043	0,043
	MIN	0,044	0,041	0,035	0,039	0,042
	95% IS	0,046	0,044	0,036	0,042	0,043
	95% IS	0,043	0,041	0,035	0,039	0,042

*Tepelná vodivost 24hodint bobtnání v lázni*

čas ultrazvuku [min]		1	3	5	7	10
1. roztok	x	0,044	0,041	0,035	0,034	0,034
	s	0,002	0,002	0,001	0,001	0,000
	CV	4,444	1,356	0,702	0,493	0,342
	MAX	0,046	0,043	0,036	0,035	0,035
	MIN	0,041	0,039	0,034	0,033	0,034
	95% IS	0,046	0,042	0,036	0,035	0,034
	95% IS	0,043	0,039	0,034	0,034	0,034
2. roztok	průměr	0,040	0,040	0,042	0,041	0,041
	s	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001
	CV	2,537	4,318	1,732	3,357	2,342
	MAX	0,042	0,042	0,043	0,043	0,042



	MIN	0,039	0,038	0,041	0,040	0,040
	95% IS	0,041	0,041	0,042	0,042	0,042
	95%IS	0,039	0,038	0,041	0,040	0,041
3. roztok	x	0,037	0,039	0,042	0,039	0,040
	s	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002
	CV	4,966	4,295	2,362	1,388	4,674
	MAX	0,037	0,041	0,043	0,040	0,042
	MIN	0,036	0,037	0,040	0,038	0,038
	95% IS	0,038	0,041	0,043	0,039	0,042
	95% IS	0,035	0,038	0,041	0,038	0,038
4. roztok	x	0,036	0,039	0,039	0,037	0,039
	s	0,002	0,001	0,001	0,002	0,000
	CV	6,461	1,858	2,752	4,848	0,650
	MAX	0,037	0,040	0,041	0,040	0,039
	MIN	0,036	0,038	0,038	0,036	0,039
	95% IS	0,039	0,039	0,040	0,039	0,039
	95% IS	0,034	0,038	0,038	0,035	0,039
5. roztok	x	0,050	0,055	0,055	0,046	0,035
	s	0,001	0,001	0,002	0,006	0,000
	CV	2,468	1,980	2,970	13,557	0,846
	MAX	0,051	0,056	0,057	0,051	0,035
	MIN	0,048	0,053	0,053	0,038	0,035
	95% IS	0,051	0,056	0,056	0,052	0,035
	95% IS	0,049	0,054	0,053	0,040	0,035
6. roztok	x	0,055	0,053	0,056	0,057	0,055
	s	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001
	CV	2,457	4,393	1,775	3,902	1,866
	MAX	0,057	0,058	0,057	0,060	0,056
	MIN	0,054	0,050	0,055	0,054	0,054
	95% IS	0,057	0,055	0,057	0,059	0,056
	95% IS	0,054	0,051	0,055	0,055	0,054
7. roztok	x	0,055	0,056	0,053	0,050	0,057
	s	0,001	0,001	0,001	0,002	0,000
	CV	1,480	2,285	2,610	3,597	0,621
	MAX	0,056	0,058	0,055	0,052	0,058
	MIN	0,055	0,055	0,052	0,048	0,057
	95% IS	0,056	0,057	0,055	0,052	0,058
	95% IS	0,054	0,055	0,052	0,048	0,057
8. roztok	x	0,050	0,045	0,052	0,053	0,038
	s	0,002	0,004	0,001	0,001	0,001
	CV	3,820	9,370	0,996	2,255	3,801
	MAX	0,051	0,051	0,053	0,054	0,040
	MIN	0,047	0,040	0,051	0,051	0,037
	95% IS	0,052	0,049	0,052	0,054	0,040
	95% IS	0,048	0,041	0,051	0,052	0,037
9. roztok	x	0,047	0,050	0,050	0,051	0,051

	s	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001
	CV	3,055	3,790	1,513	3,682	1,163
	MAX	0,049	0,053	0,051	0,052	0,052
	MIN	0,046	0,049	0,049	0,047	0,050
	95% IS	0,048	0,052	0,051	0,052	0,052
	95% IS	0,045	0,049	0,050	0,049	0,050
10. roztok	x	0,055	0,055	0,055	0,055	0,054
	s	0,004	0,002	0,001	0,002	0,002
	CV	6,463	2,980	0,965	3,158	3,554
	MAX	0,055	0,058	0,056	0,057	0,057
	MIN	0,054	0,054	0,054	0,053	0,053
	95% IS	0,058	0,057	0,056	0,057	0,056
	95% IS	0,051	0,053	0,055	0,053	0,052

*Tepelná jímavost 10 min bobtnání v lázni*

čas ultrazvuku [min]		1	3	5	7	10
1. roztok	x	173,600	164,200	155,800	89,400	159,200
	s	8,532	7,981	1,095	4,671	9,654
	CV	4,915	4,861	0,703	5,225	6,064
	MAX	186,000	174,000	157,000	95,900	167,000
	MIN	163,000	153,000	154,000	82,900	143,000
	95% IS	181,728	171,803	156,843	93,850	168,396
	95% IS	165,472	156,597	154,757	84,950	150,004
2. roztok	průměr	192,000	194,800	196,200	159,200	174,200
	s	7,176	3,122	7,314	10,548	4,873
	CV	3,738	1,603	3,728	6,625	2,798
	MAX	198,000	198,000	202,000	173,000	178,000
	MIN	185,000	190,000	191,000	153,000	172,000
	95% IS	198,836	197,774	203,167	169,247	178,842
	95%IS	185,164	191,826	189,233	149,153	169,558
3. roztok	x	239,200	188,800	189,400	188,800	156,200
	s	6,910	9,670	6,285	2,739	1,118
	CV	2,889	5,122	3,318	1,451	0,716
	MAX	250,000	205,000	196,000	192,000	128,000
	MIN	234,000	183,000	185,000	186,000	125,000
	95% IS	245,782	198,011	195,387	191,409	157,265
	95% IS	232,618	179,589	183,413	186,191	155,135
4. roztok	x	174,400	182,800	179,600	126,600	140,200
	s	5,505	3,114	7,057	2,302	4,438
	CV	3,156	1,704	3,929	1,818	3,166
	MAX	182,000	186,000	187,000	129,000	144,000
	MIN	169,000	179,000	170,000	124,000	133,000
	95% IS	179,643	185,767	186,322	128,793	144,428
	95% IS	169,157	179,833	172,878	124,407	135,972

5. roztok	x	238,600	240,200	237,600	229,000	244,400
	s	4,159	3,033	3,209	6,671	7,021
	CV	1,743	1,263	1,351	2,913	2,873
	MAX	243,000	243,000	241,000	237,000	252,000
	MIN	233,000	236,000	233,000	222,000	237,000
	95% IS	242,562	243,089	240,657	235,354	251,088
	95% IS	234,638	237,311	234,543	222,646	237,712
6. roztok	x	236,000	251,600	237,400	237,600	225,600
	s	7,906	6,025	2,702	4,159	2,608
	CV	3,350	2,395	1,138	1,751	1,156
	MAX	241,000	258,000	242,000	242,000	228,000
	MIN	222,000	245,000	235,000	231,000	222,000
	95% IS	243,531	257,339	239,974	241,562	228,084
	95% IS	228,469	245,861	234,826	233,638	223,116
7. roztok	x	219,000	180,000	208,600	215,000	227,200
	s	5,958	6,633	3,578	4,301	5,404
	CV	2,721	3,685	1,715	2,001	2,378
	MAX	226,000	186,000	213,000	220,000	234,000
	MIN	214,000	171,000	205,000	209,000	220,000
	95% IS	224,676	186,319	212,008	219,097	232,347
	95% IS	213,324	173,681	205,192	210,903	222,053
8. roztok	x	187,200	192,800	192,000	197,200	201,600
	s	4,868	1,789	4,528	7,727	5,683
	CV	2,601	0,928	2,358	3,918	2,819
	MAX	195,000	195,000	197,000	204,000	206,000
	MIN	182,000	191,000	187,000	184,000	192,000
	95% IS	191,837	194,504	196,313	204,560	207,014
	95% IS	182,563	191,096	187,687	189,840	196,186
9. roztok	x	227,400	219,800	228,600	211,600	173,800
	s	7,021	2,490	3,050	5,320	8,408
	CV	3,088	1,133	1,334	2,514	4,838
	MAX	235,000	224,000	233,000	221,000	187,000
	MIN	219,000	218,000	225,000	208,000	165,000
	95% IS	234,088	222,172	231,505	216,667	181,809
	95% IS	220,712	217,428	225,695	206,533	165,791
10. roztok	x	216,000	216,000	190,000	186,400	231,600
	s	2,915	4,899	4,301	4,669	6,269
	CV	1,350	2,268	2,264	2,505	2,707
	MAX	220,000	222,000	196,000	193,000	240,000
	MIN	213,000	210,000	184,000	181,000	225,000
	95% IS	218,777	220,667	194,097	190,848	237,572
	95% IS	213,223	211,333	185,903	181,952	225,628



*Tepelná jímavost 24 hod bobtnání v lázni*

24HOD čas [min]		1	3	5	7	10
1. roztok	x	169,400	152,200	152,200	92,300	89,520
	s	5,128	5,891	5,891	4,699	3,620
	CV	3,027	3,870	3,870	5,091	4,043
	MAX	177,000	157,000	157,000	99,000	94,300
	MIN	165,000	143,000	143,000	85,800	85,500
	95% IS	174,285	157,811	157,811	96,776	92,968
	95% IS	164,515	146,589	146,589	87,824	86,072
2. roztok	průměr	185,600	194,600	178,000	180,400	181,200
	s	6,229	4,393	5,099	2,408	10,918
	CV	3,356	2,258	2,865	1,335	6,025
	MAX	195,000	202,000	187,000	183,000	200,000
	MIN	181,000	191,000	175,000	177,000	172,000
	95% IS	191,533	198,785	182,857	182,694	191,600
	95%IS	179,667	190,415	173,143	178,106	170,800
3. roztok	x	207,800	193,000	185,400	175,000	89,520
	s	6,535	5,431	4,393	4,690	3,620
	CV	3,145	2,814	2,370	2,680	4,043
	MAX	217,000	201,000	192,000	180,000	94,300
	MIN	201,000	186,000	181,000	170,000	85,500
	95% IS	214,025	198,174	189,585	179,468	92,968
	95% IS	201,575	187,826	181,215	170,532	86,072
4. roztok	x	157,600	178,600	195,400	174,400	140,200
	s	2,881	2,702	1,673	4,278	4,438
	CV	1,828	1,513	0,856	2,453	3,166
	MAX	162,000	182,000	198,000	178,000	144,000
	MIN	154,000	175,000	194,000	167,000	133,000
	95% IS	160,344	181,174	196,994	178,475	144,428
	95% IS	154,856	176,026	193,806	170,325	135,972
5. roztok	x	195,000	234,200	241,400	190,400	186,400
	s	5,612	5,848	5,899	6,877	3,209
	CV	2,878	2,497	2,444	3,612	1,722
	MAX	202,000	238,000	245,000	199,000	190,000
	MIN	189,000	224,000	231,000	184,000	182,000
	95% IS	200,346	239,771	247,019	196,951	189,457
	95% IS	189,654	228,629	235,781	183,849	183,343
6. roztok	x	245,000	238,000	235,600	220,600	240,600

	s	3,742	6,964	6,731	6,229	5,683
	CV	1,527	2,926	2,857	2,824	2,362
	MAX	251,000	249,000	243,000	228,000	246,000
	MIN	242,000	230,000	225,000	212,000	234,000
	95% IS	248,564	244,634	242,011	226,533	246,014
	95% IS	241,436	231,366	229,189	214,667	235,186
7. roztok	x	241,000	257,000	257,200	231,000	239,800
	s	5,099	3,464	3,347	6,325	1,924
	CV	2,116	1,348	1,301	2,738	0,802
	MAX	250,000	260,000	260,000	236,000	242,000
	MIN	238,000	252,000	252,000	220,000	237,000
	95% IS	245,857	260,300	260,388	237,025	241,632
	95% IS	236,143	253,700	254,012	224,975	237,968
8. roztok	x	217,400	216,600	207,400	195,800	127,000
	s	9,839	9,072	3,286	3,493	4,062
	CV	4,526	4,188	1,585	1,784	3,198
	MAX	226,000	226,000	210,000	200,000	131,000
	MIN	204,000	205,000	202,000	191,000	121,000
	95% IS	226,772	225,242	210,530	199,127	130,869
	95% IS	208,028	207,958	204,270	192,473	123,131
9. roztok	x	259,800	247,400	238,600	250,600	235,000
	s	3,899	2,302	9,581	10,213	3,317
	CV	1,501	0,931	4,016	4,075	1,411
	MAX	266,000	250,000	250,000	264,000	238,000
	MIN	256,000	245,000	230,000	241,000	231,000
	95% IS	263,514	249,593	247,727	260,328	238,159
	95% IS	256,086	245,207	229,473	240,872	231,841
10.	x	248,400	248,400	245,400	253,800	248,600
	s	2,702	5,320	3,209	7,530	8,173
	CV	1,088	2,142	1,308	2,967	3,288
	MAX	251,000	257,000	249,000	262,000	256,000
	MIN	244,000	244,000	241,000	246,000	236,000
	95% IS	250,974	253,467	248,457	260,973	256,385
	95% IS	245,826	243,333	242,343	246,627	240,815

### Příloha 3 Měření termofyziologického komfortu

#### Paropropustnost

10 min						
čas ultrazvuku [min]		1	3	5	7	10
1. roztok	x	77,100	72,067	78,333	76,867	79,000
	s	0,529	0,513	0,666	0,351	1,253
	CV	0,686	0,712	0,850	0,457	1,586
	MAX	77,500	72,500	78,900	77,200	80,300
	MIN	76,500	71,500	77,600	76,500	77,800
	95% IS	77,992	72,932	79,456	77,459	81,112
	95% IS	76,208	71,202	77,211	76,275	76,888
2. roztok	průměr	75,633	77,600	75,833	76,433	77,800
	s	0,950	0,436	0,321	0,404	0,361
	CV	1,257	0,562	0,424	0,529	0,463
	MAX	76,600	78,100	76,200	76,800	78,200
	MIN	74,700	77,300	75,600	76,000	77,500
	95% IS	77,236	78,335	76,375	77,115	78,408
	95%IS	74,031	76,865	75,291	75,752	77,192
3. roztok	x	72,767	71,867	76,900	78,433	65,567
	s	0,351	0,208	0,436	0,351	0,723
	CV	0,483	0,290	0,567	0,448	1,103
	MAX	73,100	72,100	77,200	78,800	66,400
	MIN	72,400	71,700	76,400	78,100	65,100
	95% IS	73,359	72,218	77,635	79,025	66,786
	95% IS	72,175	71,516	76,165	77,841	64,347
4. roztok	x	73,600	75,067	72,900	77,567	77,200
	s	0,700	0,416	0,557	0,252	0,721
	CV	0,951	0,555	0,764	0,324	0,934
	MAX	74,100	75,400	73,500	77,800	77,800
	MIN	72,800	74,600	72,400	77,300	76,400
	95% IS	74,780	75,769	73,839	77,991	78,416
	95% IS	72,420	74,365	71,961	77,142	75,984
5. roztok	x	74,300	73,900	76,900	77,633	73,667
	s	0,700	0,100	0,436	0,252	0,416
	CV	0,942	0,135	0,567	0,324	0,565
	MAX	75,100	74,000	77,200	77,900	74,000
	MIN	73,800	73,800	76,400	77,400	73,200
	95% IS	75,480	74,069	77,635	78,058	74,369
	95% IS	73,120	73,731	76,165	77,209	72,965
6. roztok	x	76,833	74,767	75,967	76,033	75,467
	s	0,379	0,764	0,153	0,208	0,513
	CV	0,493	1,022	0,201	0,274	0,680
	MAX	77,100	75,600	76,100	76,200	75,900
	MIN	76,400	74,100	75,800	75,800	74,900
	95% IS	77,472	76,054	76,224	76,384	76,332
	95% IS	76,195	73,479	75,709	75,682	74,602
7. roztok	x	64,833	68,700	70,567	72,667	69,267

	s	0,252	0,265	0,833	0,473	0,493
	CV	0,388	0,385	1,180	0,650	0,712
	MAX	65,100	68,900	71,500	73,200	69,600
	MIN	64,600	68,400	69,900	72,300	68,700
	95% IS	65,258	69,146	71,970	73,463	70,098
	95% IS	64,409	68,254	69,163	71,870	68,435
8. roztok	x	77,333	77,633	73,267	75,767	77,000
	s	0,404	0,451	0,723	0,551	0,529
	CV	0,523	0,581	0,987	0,727	0,687
	MAX	77,700	78,100	74,100	76,300	77,400
	MIN	76,900	77,200	72,800	75,200	76,400
	95% IS	78,015	78,394	74,486	76,695	77,892
	95% IS	76,652	76,873	72,047	74,838	76,108
9. roztok	x	78,533	78,600	79,000	76,033	76,400
	s	0,709	0,600	0,265	0,153	0,700
	CV	0,903	0,763	0,335	0,201	0,916
	MAX	79,300	79,200	79,200	76,200	76,900
	MIN	77,900	78,000	78,700	75,900	75,600
	95% IS	79,729	79,612	79,446	76,291	77,580
	95% IS	77,337	77,588	78,554	75,776	75,220
10. roztok	x	75,067	75,267	74,667	76,267	75,100
	s	0,666	0,351	0,808	0,404	0,200
	CV	0,887	0,467	1,083	0,530	0,266
	MAX	75,800	75,600	75,400	76,700	75,300
	MIN	74,500	74,900	73,800	75,900	74,900
	95% IS	76,189	75,859	76,029	76,948	75,437
	95% IS	73,944	74,675	73,304	75,585	74,763

24 HOD bobt						
čas ultrazvuku [min]		1	3	5	7	10
1. roztok	x	77,400	77,900	78,133	77,533	77,633
	s	0,436	0,361	0,321	0,493	0,379
	CV	0,563	0,463	0,411	0,636	0,488
	MAX	77,900	78,200	78,500	78,100	77,900
	MIN	77,100	77,500	77,900	77,200	77,200
	95% IS	78,135	78,508	78,675	78,365	78,272
	95% IS	76,665	77,292	77,591	76,702	76,995
2. roztok	X	77,467	79,133	74,867	76,933	74,333
	s	0,306	0,404	4,315	0,379	0,513
	CV	0,394	0,511	5,764	0,492	0,690
	MAX	77,800	79,500	77,700	77,200	74,900
	MIN	77,200	78,700	69,900	76,500	73,900
	95% IS	77,982	79,815	82,142	77,572	75,198
	95%IS	76,952	78,452	67,591	76,295	73,468
3. roztok	x	80,267	79,067	78,867	79,167	74,767

	s	0,321	0,473	0,351	0,351	0,351
	CV	0,400	0,598	0,445	0,444	0,470
	MAX	80,500	79,600	79,200	79,500	75,100
	MIN	79,900	78,700	78,500	78,800	74,400
	95% IS	80,809	79,863	79,459	79,759	75,359
	95% IS	79,725	78,270	78,275	78,575	74,175
4. roztok	x	77,900	74,300	74,300	77,100	75,067
	s	1,323	0,265	0,458	0,300	0,666
	CV	1,698	0,356	0,617	0,389	0,887
	MAX	78,900	74,600	74,800	77,400	75,800
	MIN	76,400	74,100	73,900	76,800	74,500
	95% IS	80,130	74,746	75,073	77,606	76,189
	95% IS	75,670	73,854	73,527	76,594	73,944
5. roztok	x	76,800	76,200	71,933	75,200	77,100
	s	0,265	0,721	0,416	0,361	0,300
	CV	0,344	0,946	0,579	0,479	0,389
	MAX	77,000	76,800	72,400	75,600	77,400
	MIN	76,500	75,400	71,600	74,900	76,800
	95% IS	77,246	77,416	72,635	75,808	77,606
	95% IS	76,354	74,984	71,231	74,592	76,594
6. roztok	x	77,600	78,367	77,267	79,133	78,567
	s	0,529	0,451	0,503	0,666	0,404
	CV	0,682	0,575	0,651	0,841	0,514
	MAX	78,200	78,800	77,800	79,700	79,000
	MIN	77,200	77,900	76,800	78,400	78,200
	95% IS	78,492	79,127	78,115	80,256	79,248
	95% IS	76,708	77,606	76,418	78,011	77,885
7. roztok	x	75,367	75,900	75,400	74,833	75,800
	s	0,493	0,200	0,436	0,208	0,529
	CV	0,655	0,264	0,578	0,278	0,698
	MAX	75,700	76,100	75,700	75,000	76,400
	MIN	74,800	75,700	74,900	74,600	75,400
	95% IS	76,198	76,237	76,135	75,184	76,692
	95% IS	74,535	75,563	74,665	74,482	74,908
8. roztok	x	75,967	74,433	74,500	75,900	76,567
	s	1,002	0,208	0,265	0,100	0,513
	CV	1,319	0,280	0,355	0,132	0,670
	MAX	77,100	74,600	74,700	76,000	77,000
	MIN	75,200	74,200	74,200	75,800	76,000
	95% IS	77,655	74,784	74,946	76,069	77,432
	95% IS	74,278	74,082	74,054	75,731	75,702
9. roztok	x	75,467	76,600	80,133	77,467	78,233
	s	0,611	0,361	6,904	0,351	0,306

	CV	0,810	0,471	8,615	0,453	0,391
	MAX	76,000	76,900	88,100	77,800	78,500
	MIN	74,800	76,200	75,900	77,100	77,900
	95% IS	76,497	77,208	91,772	78,059	78,748
	95% IS	74,437	75,992	68,494	76,875	77,718
10. roztok	x	73,367	78,200	76,167	75,967	77,367
	s	1,801	0,300	0,586	0,379	0,252
	CV	2,455	0,384	0,769	0,498	0,325
	MAX	74,600	78,500	76,600	76,400	77,600
	MIN	71,300	77,900	75,500	75,700	77,100
	95% IS	76,403	78,706	77,154	76,605	77,791
	95% IS	70,331	77,694	75,179	75,328	76,942

## Příloha 4 Měření barevné odchylky

	L	a	b		L	a	b
10a	43,885	45,847	11,371	19e	44,048	46,551	11,360
10AA	44,133	45,913	12,332	1a	45,008	47,311	13,338
10b	44,863	46,288	13,328	1AA	45,415	46,151	12,354
10c	44,747	45,943	12,318	1b	44,847	45,305	13,320
10d	44,544	47,132	13,588	1c	44,677	46,595	12,513
10e	44,447	46,932	13,360	1d	45,564	45,187	12,609
11a	40,681	46,566	15,661	1e	44,563	45,993	10,720
11b	40,139	46,285	13,467	20a	44,566	47,852	13,439
11c	40,099	46,459	13,986	20b	43,859	47,842	14,501
11d	40,488	46,631	16,055	20c	44,263	47,263	14,690
11e	40,968	46,439	15,448	20d	44,364	47,694	15,527
12a	40,702	45,634	13,598	20e	45,079	47,244	15,406
12b	40,783	47,952	17,632	2a	44,314	47,855	16,213
12c	40,615	47,295	17,297	2AA	44,264	47,865	13,229
12d	40,753	46,388	14,722	2b	44,223	46,150	14,832
12e	39,851	47,107	15,165	2c	44,285	47,938	15,349
13a	40,331	45,446	14,254	2d	45,371	46,897	13,863
13b	40,995	46,226	16,439	2e	44,249	47,566	14,919
13c	40,752	46,416	15,762	3a	44,802	46,131	13,262
13d	40,706	46,843	17,312	3AA	45,844	46,854	12,854
13e	40,082	44,554	14,557	3b	45,226	46,130	11,804
14a	40,637	45,233	13,568	3c	45,094	46,846	12,521
14b	40,841	46,066	15,249	3d	44,496	46,405	13,285
14c	39,955	45,316	13,507	3e	45,359	47,035	14,514
14d	40,618	45,822	14,301	4a	44,958	46,750	12,407

14e	40,915	44,894	14,710	4AA	45,083	46,802	12,847
15a	42,073	46,556	17,408	4b	45,079	45,543	10,614
15b	41,985	46,464	17,034	4c	45,301	47,331	13,146
15c	40,695	45,514	14,320	4d	46,144	47,632	12,283
15d	41,090	47,659	16,591	4e	46,267	47,555	13,014
15e	41,663	46,292	16,475	5a	45,361	47,796	15,252
16a	45,286	47,226	14,312	5AA	45,354	46,812	12,144
16b	44,185	46,638	13,181	5b	44,795	47,266	13,234
16c	44,575	46,767	13,633	5c	45,419	46,764	13,532
16d	44,471	45,134	12,313	5d	44,327	46,243	13,527
16e	45,855	47,408	15,308	5e	44,615	47,499	13,504
17a	43,625	47,789	12,850	6a	45,855	47,731	14,695
17b	44,534	45,580	12,646	6AA	46,814	46,481	15,147
17c	43,972	47,437	14,205	6b	47,068	47,964	17,226
17d	44,769	47,080	14,702	6c	44,899	47,468	12,522
17e	44,315	45,566	10,905	6d	46,138	47,820	12,950
18a	39,747	45,586	13,481	6e	45,974	46,736	12,691
18b	40,667	46,969	17,434	7a	44,686	46,743	12,332
18c	40,191	46,807	16,450	7AA	44,745	46,842	12,468
18d	40,151	46,244	15,378	7b	44,951	46,139	11,874
18e	40,414	45,203	12,908	7c	44,261	47,183	12,632
19a	45,486	46,590	13,292	7d	44,894	46,837	13,592
19b	44,511	45,861	13,250	7e	44,910	46,853	11,766
19c	45,570	47,947	17,696	8a	44,136	46,806	12,299
19d	45,145	45,904	11,265	8AA	44,843	46,572	12,841
9a	44,421	47,958	13,265	8b	46,144	46,193	13,539
9AA	44,813	47,542	12,843	8c	44,664	46,532	13,287
9b	45,622	47,217	14,634	8d	44,440	46,604	13,296
9c	44,722	46,320	12,345	8e	44,697	45,446	12,161
9d	44,975	46,463	13,846	9e	44,711	47,896	14,503